Die Geschichte der Physik an der Universität Altdorf bis zum Jahre 1650

Georg Friedrich Klee

Digitized by Google

Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät der Universität Erlangen.

Referent: Herr Professor Dr. Wiedemann.
Dekan: Herr Professor Dr. Hensel.

Mit Erlaubnis der hohen philosophischen Fakultät gelangt hier nur ein Teil der Dissertation zum Abdruck.

Die ganze Arbeit erscheint im Verlage der Universitätsbuchhandlung von Max Mencke in Erlangen.

Digitized by Google

Inhalt.

Seite

Vorwort V

I. Einleitung 1

II. Allgemeiner Teil 7

III. Die Mediziner als Vertreter der Physik 62

IV. Die Mathematiker als Vertreter der Physik 83

V. Schluß 169

VI. Verzeichnis der „Physici“ und „Mathematici“ . . . 172

VII. Literarische Quellen 173

VIII. Nachtrag 179

Digitized by Google

Digitized by Google

Vorwort.

Mit Recht wird in unserer Zeit betont, daß, ehe eine umfassende Geschichte der Physik geschrieben werden kann, zunächst Spezialstudien in den einzelnen Gebieten derselben angestellt werden müssen. Auf Veranlassung meines Lehrers Herrn Professor Dr. E. Wiedemann habe ich mich bemüht, die Bestrebungen auf unserem Gebiete in Altdorf eingehend zu schildern und zwar von Gründung der Universität an, obgleich ursprünglich die Physik nur in dem aristotelischen Sinne gelehrt wurde. Zu meinen Studien konnte ich die reichen gedruckten und handschriftlichen Schätze der Erlanger Universitätsbibliothek, der Stadtbibliothek und des Kreisarchives zu Nürnberg, sowie die Instrumente des Germanischen Museums benützen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. E. Wiedemann, der mich fortwährend mit Rat und Tat unterstützt hat, den besten Dank auszusprechen. Auch Herrn Oberbibliothekar Dr. Zucker, den Herren Bibliothekaren Stein und Dr. Mitius, Herrn Direktor des Ger-

Digitized by Google

manischen Museums, Dr. v. Bezold, Herrn Archivrat Dr. Mummenhoff in Nürnberg und Herrn Dr. Reicke, Kustos der Stadtbibliothek von Nürnberg, sowie allen den Gelehrten, welche mir bei meinen Studien behilflich waren, bin ich in hohem Grade verbunden.

Digitized by Google

1.

Einleitung.

Die Gründung der Universität Altdorf, die um die Wende des 16. und 17. Jahrhunderts durch die freie Reichsstadt Nürnberg erfolgte, ist ein charakteristisches Zeichen ihrer Zeit. Nicht ein dringendes Bedürfnis ließ damals eine Hochschule entstehen, sondern, wie Paulsen schreibt, „das Bestreben eines jeden Territoriums seinen Bedarf an Gelehrten durch inländische Produktion zu decken". Merkwürdig muß es aber erscheinen, daß die Reichsstadt nicht innerhalb der eigenen Mauern, sondern in einem kleinen Landstädtchen diese Lehranstalt errichtete. Ein kurzer Überblick über ihre Geschichte wird uns deutlich erkennen lassen, daß das anscheinend gewagte Unternehmen von dem glänzendsten Erfolge begleitet war. Schon nach kurzer Zeit entfaltete sich in Altdorf ein blühendes akademisches Leben, das in den exakten Wissenschaften die schönsten Früchte zeitigte. Die Physik, deren Entwicklung wir im folgenden betrachten wollen, erfuhr zwar keine epochemachende Förderung, wurde jedoch von Männern vertreten, die sich in der Gelehrtenwelt allgemeinen Ansehens erfreuten. Der Universität Altdorf gebührt der Ruhm, wie von J. W. Baier betont

Digitized by Google

wird (vgl. w. u.), in Deutschland die Experimentalphysik zuerst in die Unterrichtsfächer aufgenommen zu haben.

Zunächst mögen einige wenige Angaben über die örtliche Lage von Altdorf, über die Entstehung seiner Hochschule und die Zusammensetzung des Lehrkörpers vorausgeschickt werden.

Altdorf, etwa 21 km südöstlich von Nürnberg entfernt, liegt an der Straße, die von Nürnberg über Fischbach nach Regensburg führt, in einer Bucht des Frankenjuras auf der dem Steilrand westlich vorgelagerten Liasterrasse. Dieses auf drei Seiten von Wäldern umgebene Städtchen wählte man, als es sich darum handelte, das 1526 von Melanchthon eingerichtete, aber mangels geeigneter Lehrkräfte allmählich lebensunfähig gewordene Ägidien-Gymnasium zu Nürnberg aus der Stadt auf das Land zu verlegen. Joachim Camerarius, der Freund und Genosse des Praeceptor Germaniae, hatte den Rat hierzu erteilt und wurde damit der erste Urheber der späteren Universität.

Das Gymnasium, das am 29. Juni 1575, am Peter- und Paulstag, feierlich zu Altdorf eingeweiht wurde, war indes ebensowenig wie die anderen analogen Lehranstalten der damaligen Zeit ein Gymnasium nach unseren heutigen Begriffen. Es war bereits ein gymnasium academicum oder illustre und bestand aus 4 Klassen. Jede Klasse hatte einen praeceptor; die Lehrgegenstände waren die Fächer des alten Triviums, Grammatik, Rhetorik und Dialektik. Daran schloß sich ein Kursus von Vorlesungen von 5 Professoren über Mathematik, Jurisprudenz, Geschichte, Poetik und Theologie; ein professor musicus lehrte Musik. Es bedurfte also nur einer Erweiterung des Lehrkörpers und der Ver-

Digitized by Google

leihung von Privilegien, um das Gymnasium zur vollständigen Akademie zu erheben. Im Jahre 1578 erhielt die Schule vom Kaiser die Genehmigung, die Grade eines baccalarius et magister artium zu erteilen. Damit war der erste Schritt zur Hochschule getan und am 29. Juni 1580 konnte die Einweihung der Akademie stattfinden. In den folgenden Jahren traten zu der bereits vollzähligen philosophischen Fakultät die anderen hinzu, aber erst 1622 verlieh ein zweiter kaiserlicher Brief der Akademie durch das Privileg, Doktoren der Medizin und Jurisprudenz zu creieren, den Namen Universität. Das gleiche Recht wurde 1696 auch der theologischen Fakultät eingeräumt. Die eigentliche und endgültige Vollendung der Universität erfolgte erst ein Jahr später durch Verleihung der „Comitiva Lateranensis Palatii Aulaeque Caesareae et Imperialis Consistorii", wodurch dem jeweiligen Prokanzler die Würde eines Pfalzgrafen[1]) erteilt wurde.

Das ursprüngliche Gymnasium blieb als eine Art Vorschule mit der Akademie verbunden, wurde aber 1633, um die Schüler dem schädigenden Einfluß des freien akademischen Lebens zu entziehen, wieder nach Nürnberg in das Ägidienkloster zurückverlegt und ist jetzt noch unter dem Namen „Altes Gymnasium" eine blühende Lehranstalt.

Für alle Neugründungen dieser Zeit bildete bei der Organisation die Universität Wittenberg das Vorbild. Dort hatten die meisten Nürnberger Landeskinder studiert und die Professoren dieser Universität bezogen von der Stadt Nürnberg für die Prüfung ihrer

[1]) Siehe Will, Gesch. d. Univ. Altdorf, S. 61 u. 62. Ferner Frid. Lucae. Europ. Helicon., Frankfurt a. M. 1711, S. 633 ff. und Historica Norimbergensis diplomatica. Nürnberg 1738, S. 1049—1054.

Digitized by Google

Stipendiaten ein Gehalt[1]). Wittenberg besaß nach der von Melanchthon durchgeführten Universitätsreform in der theologischen Fakultät 4 Lekturen, in der juristischen 4, in der medizinischen 3, in der philosophischen 10[2]). In Jena lehrten, wie aus einem Vorlesungsverzeichnis von 1591 ersichtlich ist, 3 Theologen, 5 Juristen, 2 Mediziner, 9 Philosophen[3]). In Altdorf finden wir die einzelnen Fakultäten etwas schwächer besetzt. 1586 zählt ein Lektionskatalog 3 theologische, 4 juristische, 2 medizinische, 7 philosophische Lehrstühle[4]). Später wurden noch weitere Professuren errichtet, die Zahl der Lehrkräfte war jedoch geringer; sie betrug durchschnittlich 15 ordentliche Professoren, indem manche derselben 2, sogar 3 Lekturen inne hatten. Wenn auch die Theologen alljährlich über die vorzutragenden Disziplinen Vereinbarungen trafen, so waren doch die meisten Professuren sogenannte „Nominalprofessionen“ und speziell die physici und mathematici behielten zeitlebens ihre Funktion.

Die naturwissenschaftlichen Fächer, Chemie und Botanik, seit der Mitte des 18. Jahrhunderts auch Mineralogie und Zoologie, lagen den damaligen Verhältnissen entsprechend in den Händen der Mediziner. Das Interesse für Pflanzenkunde war in Altdorf von Anfang an vorhanden. Die Statuten des Gymnasiums empfahlen im Anschluß an die von Joh. Sturm in Straßburg aufgestellten Forderungen den Schülern als „angemessenste Erholung, Kräuter zu sammeln und

[1]) Will, Gesch. d. Univ. Altdorf, S. 99.

[2]) Paulsen, Gesch. d. gelehrt. Unterr. I, S. 215.

[3]) Decreta senatus acad. Altorfiensis, Blatt 289.

[4]) Ordo sive brevis descriptio praelectionum, Altdorf 1586.

Digitized by Google

Sachkundige über deren Eigenschaften zu befragen“ [1]). Als wichtig für die Arzeneimittellehre fanden neben den Vorlesungen über Botanik Exkursionen auf den etwa 4 Stunden nördlich gelegenen Moritzberg statt. 1626 wurde ein botanischer Garten angelegt, der selbst den berühmten Leidener in Holland übertroffen haben soll. Chemie, die, wenigstens soweit ihre Kenntnis für die Herstellung von Medikamenten nötig war, von jeher in den medizinischen Vorlesungen berücksichtigt wurde, fand 1682 nach Errichtung eines vorzüglich ausgerüsteten Laboratoriums eingehende Pflege. Die naturwissenschaftlichen Sammlungen waren jedoch nicht besonders reichhaltig. Verschiedene Tiergerippe waren in der Bibliothek und in dem anatomischen Theater aufgestellt [2]). Durch die großartige Schenkung von Treu [3]) kam 1768 eine Menge von Naturalien in den Besitz der Universität [4]).

In den mathematischen Vorlesungen wurde von naturwissenschaftlichen Fächern Astronomie und Geographie vorgetragen, außerdem zwei Gebiete, die wir

[1]) Introductio novae scholae Altorfiensis, lex XII, Norimb. 1576. — Joh. Sturm (1507—1589), Rektor des Gymnasiums zu Straßburg, schuf in seiner Schule das Vorbild für viele damals errichtete Lehranstalten.

[2]) Siehe Abbildungen in: Altdorfii Amoenitates und J. J. Leibnitz, Inclutae bibl. Norimb. memorabilia (1673).

[3]) Christ. Jak. Treu (Trew), prakt. Arzt in Nürnberg (1695—1769) schenkte 1768 der Univ. Altdorf, an der sein Großvater Abdias Treu von 1636 bis 1669 Professor gewesen war, seine über 50000 Bücher und 16596 Dissertationen enthaltende Bibliothek und seine reichhaltigen Sammlungen. Siehe Will, Gesch. d. Univ. Altd., S. 174 ff. u. Murr, Beschreibung der Merkwürdigkeiten, S. 555 ff. Die Bibliothek kam später an die Univ. Erlangen. Vgl. Nachtrag S. 179.

[4]) Schon vorher waren einige Naturalien geschenkt worden. Vgl. A. U. A. (= Altdorfer Universitäts-Akten) 21.

Digitized by Google

heute in der Physik behandeln, nämlich Optik und Mechanik.

Die Physik oder philosophia naturalis, die seit dem Entstehen der Universitäten im Mittelalter ein Hauptfach der artistischen Fakultät war, hatte auch in Altdorf in der philosophischen Fakultät eine eigene Professur. Der Name „philosophia naturalis" besagt schon, daß diese Physik im wesentlichen eine auf Aristoteles gestützte philosophische Betrachtung der Natur war. Die aristotelische Physik ist aber von unserer modernen Physik sehr verschieden. Erstere „erläutert nur", wie Christ schreibt, „die Begriffe, unter denen wir die Erscheinungen der Natur anschauen, enthält aber nicht die Gesetze, nach denen die Dinge werden und zueinander in Beziehung treten"[1]). Ihr Umfang dehnte sich auf alle Gebiete aus, die wir jetzt unter dem Namen „beschreibende Naturwissenschaften" zusammenzufassen pflegen; ja sogar Fragen der Psychologie und Metaphysik zog sie in den Kreis ihrer Betrachtungen.

Was von unserer modernen Physik in der ehemaligen Physik gelehrt wurde, ferner wie sich aus der aristotelischen Physik die modernere Physik entwickelt hat, hierüber soll in einem eigenen Abschnitt, in welchem wir über die Bedeutung dieses Lehrgegenstandes und den Unterrichtsbetrieb reden wollen, Ausführliches mitgeteilt werden.

Um jedoch Verwechslungen vorzubeugen, soll künftighin dann, wenn die Worte: Physik, physikalisch, Physiker u. s. w. nicht im heutigen, sondern im aristotelischen Sinn gebraucht sind, geschrieben werden:

[1]) Christ, Gesch. d. griech. Literatur, 1898, S. 466.

Digitized by Google

Physik (arist.), physikalisch (arist.), Physiker (arist.) u. s. w. Der berufsmäßige Lehrer der Physik (arist.) möge „Physicus“ genannt werden.

Die Physik (arist.) wurde bis zum Jahre 1650 in Altdorf von Medizinern vorgetragen, eine Tatsache, die von der Vielseitigkeit der damaligen Gelehrten, aber auch von dem geringen Umfang der von ihnen beherrschten Wissenschaften zeugt. Für kurze Zeit, von 1602 bis 1621 gab es eine zweite, eigene Professur der quaestiones physicae. Auch in der Mathematik trat 1624 für einige Jahre eine Zweiteilung in höhere und niedere Mathematik ein (vgl. S. 106). 1650 wurden Physik (arist.) und die (ganze) Mathematik vereinigt und blieben bis zur Aufhebung der Universität im Jahre 1809 einem Professor übertragen.

Da das Jahr 1650 einen Wendepunkt in der Geschichte der Physik zu Altdorf bedeutet, so unterscheiden wir zweckmäßig zwei Perioden: nämlich die Geschichte der Physik bis zum Jahr 1650 und dann ihre Weiterentwicklung bis zum Jahr 1809. Dem ersten Teil soll ein allgemeiner Abschnitt vorangehen, in dem wir einiges über die Wertung der Physik (arist.) sowie über die gesamte Stellung des Unterrichtswesens beibringen wollen.

II.

Allgemeiner Teil.

Die Frage, ob Physik (arist.) bereits am Gymnasium gelehrt wurde, läßt sich nicht ohne weiteres

Digitized by Google

beantworten. Die Statuten vom Jahr 1575[1]) erwähnen dieses Fach nicht, schreiben auch keinen klassischen oder scholastischen Autor vor, der Physik (arist.) systematisch behandelt. In den mathematischen Vorlesungen soll nur Arithmetik nach Gemma Frisius (vgl. S. 32) und die Elemente der Astronomie (de primo coeli motu) nach Johannes Bustianus (de Sacro, vgl. S. 32) gelehrt werden. Gleichwohl sagt der erste Rektor Erytraeus in einer am 30. Juni 1575 vor den neu eingetretenen Schülern gehaltenen Rede: „Ethica et physica suo etiam tempore in hoc pulcherrimo auditorio tanquam Lyceo suos habebunt interpretes[2]).“ Vielleicht gedachte er diese Disziplinen an der Schule neu einzuführen oder wollte damit nur sagen, daß bei der Lektüre auch ethische und physikalische (arist.) Fragen erörtert werden sollten. Für letztere Auffassung spricht eine Stelle aus des Rede des praeceptor classicus Glacianus, der bei Übernahme seines Lehramtes am 6. Juli 1575 in der obersten Klasse ausführt: „Vergilii opus nihil esse aliud quam historiam aut philosophiam fabularum involucris tectam ad docendos adolescentes de rerum natura[3]).“

Fast könnte es scheinen, als wäre unter dem Amtsnachfolger des sehr früh verstorbenen Rektors Erytraeus, unter Johann Thomas Freigius Physik (arist.) als Unterrichtsfach hinzugekommen. Er wird nämlich von Will als Verfasser guter Lehrbücher gerühmt und hat in dem Jahre 1575, in welchem er nach Altdorf kam, ein physikalisches (arist.) Werk im Druck erscheinen

[1]) Introductio novae scholae; index legum und descriptio lectionum, Nürnberg 1576.

[2]) Ibid. De fine studiorum, 5. Seite.

[3]) Ibid. Oratio Glaciani, 7. Seite.

Digitized by Google

lassen: Quaestiones physicae, in quibus methodus doctrinam physicam legitime docendi describendique rudi Minerva descripta est (vgl. S. 62). Die Neuauflage von 1579 läßt ferner auf ziemlichen Absatz schließen. Indes ist nicht erweislich, ob das Buch in Altdorf für die dortige Schule verfaßt worden ist. Freigius trat nämlich am 30. November 1576 sein Amt als Rektor in Altdorf an; in einem Monat konnte jedoch ein so umfangreiches Werk nicht entstehen. Übrigens erschienen beide Ausgaben in Basel, während seine für das Altdorfer Gymnasium geschriebenen Bücher, über die Fächer des Triviums und Musik in Nürnberg zum Druck gelangten. Freigius war als Schriftsteller sehr regsam und besaß ausgedehnte Kenntnisse, die er in Schriften über Mathematik, Logik, Ethik etc. vor und nach seinem Aufenthalt in Altdorf niederlegte. Ein von ihm verfertigter Stundenplan[1]) von 1576 führt keine Physik (arist.) an; die darin genannten philosophischen Fächer sind: Mathematik d. h. Astronomie und Arithmetik, ferner Musik.

Als erster „Physicus“ ist in der Matrikel[2]) Wolfgang Hegius eingetragen, der von 1575 bis 1585 Präzeptor der zweiten Klasse war. Wann er diesen Lehrauftrag erhielt, ist nicht zu ersehen. Auch die Annalen der Universität geben hierüber keinen Aufschluß. Die Gehaltsaufbesserung auf 120 fl., die Hegius auf sein Ansuchen hin am 1. Dezember 1576 bekam, war kaum eine Zulage für die Funktion als „Physicus“, vielmehr eine Alterszulage[3]). Nach einer späteren Notiz bezieht

[1]) Rectoratus J. Th. Freigio demandatus, Norimb. 1577.

[2]) Codex, in quo omnia membra Academiae Altorfinae notata sunt (A. U. A. 3).

[3]) (Annales). A. U. A. 9, S. 4.

Digitized by Google

er ein abermals auf 140 fl. erhöhtes Gehalt, während Taurellus (1547—1606) gleichzeitig als Professor für Physik (arist.) und Medizin 300 fl. erhält.

Man kann also nicht mit Bestimmtheit angeben, wann Physik (arist.) in Altdorf eingeführt wurde. Ich glaube nicht, daß dieses Fach am Gymnasium schon Unterrichtsgegenstand war. Weit eher möchte ich zur Annahme hinneigen, daß Physik (arist.) erst nach Erhebung zur Akademie gelehrt wurde und daß Hegius diese Professur neben seinem Amt als praeceptor classicus für kurze Zeit versah, bis Taurellus, der erst am 8. Oktober 1580 nach Altdorf kam, den doppelten Lehrauftrag für Physik (arist.) und Medizin dauernd übernahm.

Physik (arist.) gehörte zwar zu den Fächern der philosophischen, der untersten, Fakultät, steht aber in ihr stets an einer der vorderen Stellen. Für die hohe Bedeutung, welche man dieser Disziplin zuschrieb, zeugt schon die Tatsache, daß ein zweiter Lehrstuhl hierfür errichtet wurde. Die „Physici", die auch Mediziner waren, nahmen eine eigenartige Stellung ein; sie gehörten zu gleicher Zeit zwei Fakultäten an, der philosophischen und der medizinischen, und konnten in beiden das Dekanat führen. Sie lasen nur 2 Stunden über Medizin, dagegen viermal wöchentlich Physik (arist.). Ihr Gehalt betrug 300—400 fl.[1]). Die Mathematiker waren

[1]) Nach Paulsen (I, S. 252) hatten am Anfang des 16. Jahrh. 100 fl. einen Geldwert von etwa 3600 M. Es ist jedoch zu bedenken, daß bereits im folgenden Jahrh. die Kaufkraft der Edelmetalle weit unter die Hälfte herabsank. Da noch kein Buch existiert, das über die Kaufkraft des früheren Nürnberger Geldes Auskunft gibt, so muß es späteren Untersuchungen vorbehalten sein, hierüber genauere Mitteilungen zu machen.

Digitized by Google

nicht so glänzend bezahlt. Praetorius (1537—1616) bezog anfangs 60 fl., später, 100 fl., freie Wohnung und 6 Klafter Holz. Dieses Bareinkommen, das im 17. Jahrhundert auf 200 fl. gestiegen war und selbst nach der Vereinigung der Mathematik und Physik (arist.) nur ausnahmsweise erhöht wurde, war viel geringer als das der Mitglieder der oberen Fakultäten. Zu der Besoldung kamen jedoch noch freie Wohnung und Naturalbezüge an Holz, Getreide etc., ferner die Ausübung des Bierbraurechtes, das auf dem Grund und Boden der Universität ruhte. Wie aus den Rechnungen ersichtlich ist, erhielten (ursprünglich) die Professoren für Abfassung gelehrter Arbeiten Gnadengelder z. B. Sturm, Prof. der Math. und Phys. (1635—1703) für 2 Bände je 18 fl.[1]); die außerordentlichen Disputationen wurden vom Fiskus mit 24 fl. honoriert. Der Ertrag an Kollegiengeldern war wohl sehr mäßig, da die publica umsonst die privata gegen sehr geringes Honorar gelesen wurden. Viele Professoren suchten durch Aufnahme von Pensionären in ihr Haus ihr Einkommen zu vergrößern. Offenbar waren die Altdorfer Gelehrten mit ihren ökonomischen Verhältnissen sehr zufrieden, da nicht ein einziger „Physicus“ die oft ehrenvollen und verlockenden Berufungen von Fürsten oder größeren Universitäten annahm. Auch Baier rühmt noch 1714 die „hohen Salaria“[2]). Allein für die Folgezeit waren 200 fl., selbst 250 fl. zu wenig und man liest in den Akten öfters von Klagen seitens der Professoren, denen Nürnberg infolge seiner seit dem 30jährigen Krieg fortdauernden, finanziellen Not-

[1]) Universitätsrechnung von 1698/99; Kreisarchiv Nürnberg.
[2]) Baier, Beschr. d. Univ. Altdorf, S. 83.

Digitized by Google

lage nicht immer Gehör schenken wollte und konnte. Später trat indes eine Aufbesserung ein und J. L. Späth, der letzte „Physicus“ (1759—1842), bezog 484 fl. Fixum, mit Anschlag des Einkommens an Naturalien 634 fl.[1]). Allein Gedicke, „der Universitätsbereiser“, nennt 1789 in seinem Bericht an den König Friedrich Wilhelm von Preußen die Besoldung der Professoren zu Altdorf „sehr gering“[2]).

Wie überall, zerfielen die collegia in publica, privata und privatissima. Die publica, die unseren jetzigen Hauptvorlesungen entsprechen, wurden umsonst und in der Regel vierstündig in der Woche gelesen; sie waren allen Studierenden zugänglich und forderten keine eigene Inskription. Nebenher gingen die privata und einem einzelnen wurde auf Wunsch auch ein collegium privatissimum gehalten. Dieser Privatunterricht war Privatsache und wurde nach Übereinkunft von den Studenten honoriert; gewöhnlich fand er in der Wohnung des Professors statt.

Im Jahre 1589 beklagt sich ein Jurist, daß ein Kollege zu seinen Privatvorlesungen ein Auditorium benutze und noch dazu denselben Stoff behandle wie er[3]). Andererseits ordnen Nürnberger Erlasse an: die lectiones publicae sollen nicht privatim gehalten werden, um die studiosos mehr an die publicas zu gewöhnen[4]); ferner, in den Vorlesungen privatim soll man nach derselben Methode lehren wie publice[5]). Seit 1636 werden die

[1]) Akten betreff. Auflösung d. Univ. Altdorf auf dem Syndikat zu Erlangen.

[2]) Archiv für Kulturgeschichte (herausgegeb. v. Steinhausen), 1. Ergänzungsheft, 1905, S. 61—70.

[3]) A. U. A. 9, S. 83/84.

[4]) Ibid., S. 30.

[5]) Ibid., S. 4.

Digitized by Google

privata auch im Lektionskatalog angekündigt. Allmählich traten jedoch die unbezahlten collegia publica an Bedeutung zurück und die Professoren zogen es vor, ihre Hauptvorlesungen privatim zu halten. An Privatschülern fehlte es gewiß nicht. Ein Blick in die Matrikel läßt ersehen, daß die Studierenden nicht an bestimmten Tagen inskribiert wurden, sondern zu beliebiger Zeit das ganze Jahr hindurch, wann sie gerade ankamen. Die zu spät Eintreffenden mußten wahrscheinlich durch Privatunterricht bei dem Dozenten selbst oder irgend einem der Magister das Versäumte nachholen, um den öffentlichen Vorlesungen, zu deren Besuch sich jeder durch einen Eid verpflichten mußte, folgen zu können. Die Scholarchen oder Kuratoren, eine aus 4 Nürnberger Ratsmitgliedern gebildete Behörde, überwachten sehr eifrig den Lehrbetrieb an der Universität. Die Vorlesungsverzeichnisse waren ihnen stets vor der Veröffentlichung zur Einsicht vorzulegen und gar oft mußten die Professoren einen Tadel über sich ergehen lassen, wenn sie z. B. zu wenig Disputationen hielten oder nicht „fleißig genug dictierten".

Die Stunden für die öffentlichen Vorlesungen waren genau verteilt, so daß nie zwei Professoren derselben Fakultät zu gleicher Zeit dozierten. Einen Stundenplan habe ich nicht gefunden und die Lektionsverzeichnisse enthalten keine Zeitangaben. Nach vereinzelten Bemerkungen liest Professor Praetorius, der erste Mathematiker, um 9 Uhr[1]), später nachmittags[2]). Dieselben Stunden werden gewöhnlich dem Nachfolger

[1]) A. U. A. 9, S. 76.
[2]) A. U. A. 11, S. 241.

Digitized by Google

übertragen. Im Jahre 1660 wird offenbar eine Neuverteilung der Stunden vorgenommen und deshalb die Zeit der Vorlesung von den verschiedenen Dozenten angegeben; darnach trifft Mathematik von 9—10 Uhr und Physik (arist.) von 2—3 Uhr. Jede Lektion dauert 1 Stunde; ein akademisches Viertel scheint es nicht gegeben zu haben. Sobald im Anschluß an das Schlagen der Kirchenuhr das Kollegienglöcklein geläutet wird, eilt der Dozent in den Hörsaal und verläßt ihn nicht eher, als bis die Stunde abgelaufen ist. „Nec tempus obambulationibus et colloquiis vel in porticu, vel area collegii vel alibi terito“ [1])! Wer ohne Erlaubnis die Vorlesungen aussetzt, wird nach Höhe seines Gehaltes bestraft. Der Mittwoch- und Samstagnachmittag ist frei. Die Ferien dauern vom 1. bis 15. Juli; nach dem Statut von 1623 werden sie auf den ganzen Monat ausgedehnt. Später werden sie auf die heißeste Zeit vom 29. Juni bezw. 25. Juli bis 10. August verlegt. An hohen Feiertagen wurde ursprünglich keine Vakanz gehalten. Trotz dieser strengen Bestimmungen durften die Mediziner nebenher ihre ärztliche Praxis ausüben und die „Physici“, die der medizinischen Fakultät angehörten, mögen manchmal ihre Vorlesungen eingestellt haben, da sie von Vornehmen auch in die Ferne gerufen wurden.

Jede Fakultät hatte ihren Hörsaal. Die medizinische besaß eigene Institute, ein anatomisches Theater, ein chemisches Laboratorium und einen botanischen Garten. Außerdem gab es noch ein auditorium mathematicum. Eine Abbildung von einem zu den Vorlesungen ausgerüsteten Lehrzimmer habe ich nicht ge-

[1]) A. U. A. 1 u. 2, lex I.

Digitized by Google

funden, doch lassen sich aus den Kupferstichen in den Amoenitates Altorfinae[1]) einige Schlüsse auf die Ausstattung eines solchen ziehen. Im Vordergrund steht ein erhöhter Katheder mit Lesepult; seitwärts von demselben an der Wand hängt eine schwarze Tafel. Kreide war schon damals ein gebräuchliches Schreibmaterial. Dem Lehrer gegenüber sitzen die Hörer. Die Bänke sind äußerst einfach ohne Rücklehne und Pult. Die Studierenden mußten also Buch oder Schreibheft auf den Knieen halten, oder es wurden schmale Tische vor die Bänke gestellt, wie das auf älteren Holzschnitten zu sehen ist. Da aber nach Abbildungen[2]) aus dem 16. Jahrhundert bereits Pulte im Schulzimmer Verwendung finden, so dürfen wir die Bänke auf tab. 17 der Amoen. Altorf., welche im Arbeitssaal des Alumneums stehen, für damals übliche Schulbänke erklären. Diese sind von unseren heutigen kaum verschieden. Das breite, schräge Pultbrett setzt sich oben wagrecht fort, um reichlich großen Tinten- und Streusandgefäßen Platz zu geben.

Für die Hörer ist kein Lehrplan vorgeschrieben. Die „provectiores scholastici", welche zum erstenmal an die Akademie kommen, sollen neben den Anfangsgründen der Grammatik, Rhetorik und Dialektik Philosophie studieren: Himmelskunde, Arithmetik und Physik (arist.) privatim und publice. Die Verordnungen von 1623 treffen hierüber keine Bestimmungen, empfehlen aber auch den Hörern höherer Fakultäten die Philosophie nicht zu vernachlässigen[3]). So wird im Jahre 1589 in

[1]) Tab. 11 u. 13.

[2]) Mehrere Abbildungen in: Monographien z. deutsch. Kulturgeschichte Bd. 7, der Gelehrte, und Bd. 9, der Lehrer.

[3]) A. U. A. 1. lex XII. — Die Einteilung der Unterrichtsfächer

Digitized by Google

einer Sitzung der Scholarchen zur Sprache gebracht, daß die theologischen Stipendiaten wegen Kollidierens der Lehrstunden die mathematischen Vorlesungen nicht besuchen können[1]). Physik (arist.) gilt als eine Wissenschaft, „die", wie es in der Physica erotematica von J. Chr. Sturm (vgl. S. 25 u. S. 177) heißt, „einem, der Arzt werden will, die ersten und gemeinsamen Fundamenta unterleget, in einigen Fällen zum Rechtsprechen notwendig ist, den Theologen zur Erklärung der heiligen Schrift dienet und reiche Materie bietet die Predigten schön auszuzieren."

Sicherlich hatte der „Physicus" eine ganz stattliche Zuhörerschaft. Genaue Zahlen lassen sich nicht angeben, da die nötigen Anhaltspunkte fehlen. In der Matrikel ist nie die Fakultätszugehörigkeit oder Aufenthaltszeit der Studenten angegeben, sondern nur der jährliche Zugang, der sich durchschnittlich auf 100 beläuft. Nach Will hielten die meisten Besucher der Universität das akademische quinquennium inne und es ergäbe sich somit ein Jahresbestand von 500 Studierenden. Paulsen nimmt die Frequenzziffer einer mittleren Universität als zwischen 300 und 400 schwankend an. Betrachten wir also 400 als nicht zu hoch gegriffen, so erhalten wir eine Jahresfrequenz,

nach Trivium und Quadrivium geht im Laufe der Zeit verloren. Bereits im Mittelalter wird an den Universitäten Physik (arist.), Metaphysik und Ethik in das Quadrivium aufgenommen und, um die hergebrachte Siebenzahl nicht zu zerstören, die alten „artes" des Quadriviums (Geometrie, Arithmetik, Astronomie und Musik) als Mathematik zu einer Disziplin zusammengefaßt. Aber auch dieses Schema verwischt sich. 1582 z. B. sind die Fächer der phil. Fakultät zu Altdorf: Oratoria, Historia, Mathematik, Physik (arist.), Poesis, Dialektik, Ethik.

[1]) A. U. A. 9, S. 76.

Digitized by Google

die auch Will für das Jahr 1602 angibt. Angenommen auf jede Fakultät treffen rund 100 Studenten, so mag, da die philosophische Fakultät 10 Lekturen hat und niemand mehr als 5 Vorlesungen an einem Tag besuchen soll, die Hörerzahl des „Physicus" zu 50 angesetzt, eher zu niedrig als zu hoch gewählt sein. Im 30jährigen Krieg ist die Frequenz nicht wesentlich gesunken. Nur als sich 1631 und 1632 die feindlichen Heere bei Nürnberg zusammenzogen und Altdorf selbst besetzt wurde, da standen die Hörsäle der Universität längere Zeit leer.

Für den von den Professoren vorzutragenden Lehrstoff gab es im codex legum bestimmte Vorschriften. Dieser codex legum ist in zwei Fassungen vorhanden. Die ältere datiert vom Jahre 1582; die neuere entstand 1623, als die zur Universität erhobene Akademie infolge Erweiterung des Lehrkörpers einiger Statutenänderungen bedurfte.

Diese Akten sind meines Wissens noch nicht veröffentlicht (A.U.A. 1 u. 2). Es sollen daher die für den „Physicus" und „Mathematicus" geltenden Bestimmungen mitgeteilt werden:

De physico (1582).

I.

Physicus sobrie philosophator et recte explicatam artem, et quae minus habeat spinosarum quaestionum et vitii, suis auditoribus inculcato.

II.

Ad inspectionem et considerationem elementorum et pulcherrimorum in mundo corporum, motuum et qualitatum suos auditores deducito.

III.

Ordinem et positum coeli, stellarum, aeris, aquae, terrae, discrimina aeriae seu coelestis naturae et corporum mutabilium, item elementorum et qualitatum eis ostendito.

Digitized by Google

IV.

In eodem corpore membra dissimilima et materia et usu fabricata esse considerare iubeto et quae sint praecipua nutritionis organa, quae sedes affectuum, quae pars ratiocinatrix et regina voluntas, perspicue declarato.

V.

De ordine quoque et methodo in declaratione huius scientiae servanda auditores sedulo admoneto. Et physicam doctrinam in vestibulo numerare prima corpora et postea corporibus attribuere proprietates, loca, qualitates, motus; deinde in mixtione ostendere effectiones et gradus. Hinc ad mixta procedi, ad descriptionem hominis et considerationem singulorum membrorum, ad naturas animantium, plantarum et aliarum rerum in terra nascentium proferendas et singulari studio et accurata industria eos commonefacito.

VI.

Cumque doctrina physica ex philosophorum fontibus hauriendа sit, ad Aristotelem auditores et iuventutem deducito. Si quae inanes argutiae et quaestiones parum commodi adferentes admiscentur, eas praecidito et abiicito.

VII.

Ut autem Aristotelica doctrina inventuti notior fiat, libellos Philippi Meanthonis, (sic!) physicum et de anima, in quibus materiae explicantur dextre et compendiose, ei commendato et praelegito. Interdum etiam Velcurionis libello physico adiungendo, ut hanc philosophiae partem ex istis rivulis primo degustet et feliciter discat, eam impellito.

De physico professore (1623).

I.

Physicus sobrie philosophator et a spinosis futilibusque quaestionibus consulto abstineto.

II.

De ordine quoque et methodo in declaratione huius scientiae servanda auditores sedulo admoneto.

III.

Cumque doctrina physica ex philosophorum fontibus hauriendа sit, ad Aristotelem potissimum auditores deducito.

Digitized by Google

De mathematico (1582).

I.

Mathematicus praecepta arithmetices, quibus vita carere non potest, et quibus praeceptis iam aditus ad doctrinam motuum coelestium patet, ex libello Gemmae Frisii discentibus simplici enarratione explicato. Quo iterato regularum fundamenta ex Euclidaeis theorematibus monstrato. Quandoque pro auditorum conditione algebrae praecepta adiicito.

II.

Iisdem horis interdum geographiae elementa ex priore parte Glareani vel simili aliquo libello proponito.

III.

In geometricis et astronomicis primum sex priores libros et XI. Euclidis. Deinde sphaerica Theodosii et Menelai, usum tabularum sinuum et triangulorum planorum et sphaericorum doctrinam, quatenus ea astronomiae necessaria est. Denique I. et II. almagesti Ptolemaei et ex his sphaericam doctrinam h. e. astronomiae elementa tradito et illustrato, eumque in scholis usitatum sit, Johannis de Sacro Busto libellum auditoribus proponere, eum non penitus negligito.

IV.

Deinceps vero horas partitor, ut binae theoricis planetarum serviant, reliquis duabus nonnullos ex his libellis, ut Autolyci de sphaera, quae movetur, item de ortu et occasu siderum, Theodosii de habitationibus, item de noctibus et diebus, Euclidis opticen vel phaenomena Aristarchi de magnitudine et distantia solis et lunae, enarrato.

V.

His semel absolutis ad eundem ordinem iterum recurrito. Si vero aliqui ex auditoribus progredi ulterius volnerint, propter eos unam ex quatuor horis ad continuandum (sic!) vel Ptolemaei vel Copernici enarrationem sumito et in eam conferto.

VI.

Omnia illa ad intelligendas anni partes et tempora calendaria annua. Eclipsium indicationes, verum ephemeridum et computi ecclesiastici usum convertito. Nec tabularum astronomicarum

Digitized by Google

diligentem tractationem omittito. Quin etiam rationem erigendarum figurarum coeli, computandi terrae dimensiones, item longitudines locorum inventuti accurate praescribito et ostendito.

De mathematico professore (1623)

I.

Mathematicus praecepta Arithmetices simplici enarratione explicato et regularum fundamenta ex Euclidis theorematibus monstrato. Algebram etiam et logisticam numerorum irrationalium nonnunquam tradito.

II.

Iisdem horis interdum geographica elementa proponito.

III.

In geometricis et astronomicis primum sex priores libros et undecimum Euclidis, deinde sphaerica Theodosii et Menelai, usum tabularum sinuum et triangulorum planorum et sphaericorum doctrinam, quatenus ea astronomiae necessaria est, denique primum et secundum almagesti Ptolemaei, et ex his sphaericam doctrinam, hoc est astronomiae elementa tradito et illustrato. Cumque in universitatibus usitatum sit Joannis de Sacro Busto libellum auditoribus proponere, eum non penitus negligito.

IV.

Deinceps vero horas partitor, ut binae theoriis planetarum serviant, reliquis duabus nonnullos ex his libellis, ut Autolyci de sphaera, quae movetur, item de ortu et occasu siderum, Theodosii de habitationibus item de noctibus et diebus, Euclidis opticen, vel phaenomena Aristarchi, de magnitudine et distantia solis et lunae, enarrato.

V.

His semel absolutis ad eundem ordinem iterum recurrito. Si vero aliqui ex auditoribus progredi ulterius voluerint, propter eos unam ex quatuor horis ad continuandam vel Ptolomaei vel Copernici enarrationem sumito et in eam conferto, nec tabularum astronomicarum diligentem tractationem omittito, quin etiam rationem erigendarum figurarum coeli, computandi terrae dimensiones item longitudines et latitudines locorum inventuti accurate praescribito et ostendito.

Digitized by Google

VI.

Omnia illa ad intellegendas anni partes et tempora calendaria annua. Ecleipsium indicationes verum ephemeridum et computi ecclesiastici usum applicato.

Die Vorschriften für den „Physicus“ geben uns keine genaue Vorstellung von dem Umfang und Inhalt der physikalischen (arist.) Vorlesungen. Sie weisen den Lehrer an auf Aristoteles zurückzugehen, die Bücher von Melanchthon über Physik (arist.) und De anima bisweilen auch den Kommentar des Velcurio zu verwerten[1]). Unterziehen wir die Vorlesungsverzeichnisse einer Durchsicht, so finden wir, daß bis Ende des 17. Jahrhunderts von den aristotelischen Schriften in Betracht kamen: 1. Acroasis, 2. De coelo, 3. De ortu et interitu, 4. De anima, 5. Meteora, 6. De animalibus, 7. Parva naturalia.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, ist die aristotelische Physik im 16. und 17. Jahrhundert vollkommen verschieden von der Wissenschaft, die heutzutage in den physikalischen Kollegien gelehrt wird. Vor allem ist der Begriff der Physik (arist.) viel weiter gefaßt. Neben Aristoteles gibt es noch eine zweite Autorität: die heilige Schrift. Wir finden darum in den den Vorlesungen zugrunde gelegten Lehrbüchern der Physik (arist.) Abweichungen von der rein aristotelischen Lehre, wenn es das Bekenntnis erfordert.

Die Statuten von 1623 sind für den „Physicus“ bedeutend gekürzt und enthalten keine Vorschriften

[1]) Melanchthons physikalische (arist.) Schriften sind: Commentarius de anima (1540) und Initia doctrinae physicae (1549). Joh. Velcurio war Professor in Wittenberg, er schrieb Commentarius in universam physicam Aristotelis (1544). Vgl. Paulsen I, S. 259 u. Neutwig, die Physik an d. Univ. Helmstedt (1891), S. 13ff.

Digitized by Google

über den in den Vorlesungen vorzutragenden Stoff. Vielleicht sollte dem „Physicus“ dadurch ein größerer Spielraum eingeräumt werden. Charakteristisch ist der erste Absatz, der fast gleichlautend ist mit dem ersten Absatz der älteren Verordnung: Der „Physicus“ soll den Boden des Tatsächlichen nicht verlassen und sich nicht in spitzfindige Spekulationen verlieren.

Die Sprache des Unterrichts ist die lateinische[1]). Die Vorlesungen sollen dem Verständnis der Hörer angepaßt sein. Der Dozent soll sich klar und deutlich

---

[1]) Es gelang mir nicht festzustellen, von wann ab in Altdorf die Vorlesungen in deutscher Sprache gehalten wurden. Die Lektionsverzeichnisse vom Jahre 1773 sind noch lateinisch abgefaßt. Daraus kann man jedoch keine weiteren Schlüsse auf die Vorlesungen selbst ziehen. Denn auch in Disputationen, Promotionen und anderen öffentlichen Akten wurde bis tief in das 19. Jahrhundert hinein die lateinische Sprache beibehalten. E. Reicke (Der Lehrer, Monographien zur deutschen Kulturgeschichte, Bd. 9, Leipzig 1901, S. 125) nimmt an, daß sich seit 1687, in welchem Jahre Professor Christian Thomasius (1655—1728) in Leipzig als erster eine deutsche Vorlesung in der Muttersprache angeschlagen hatte, wenigstens die Vorgeschritteneren unter den Professoren der deutschen Sprache bedienten. Fast 200 Jahre vor Thomasius hatte Theophrastus Bombastus Paracelsus (1493—1541), für kurze Zeit Professor der Medicin in Basel, seine Vorlesungen deutsch gehalten. (Siehe E. Reicke, Der Gelehrte, Monogr. z. deutsch. Kulturgesch. Bd. 7, Leipzig 1900, S. 92). Das war aber nur ein vereinzelter Fall.

Daniel Schwenter, Professor der Mathematik in Altdorf (vgl. S. 113 f.), der überhaupt die Muttersprache sehr bevorzugte, scheint wenigstens in den Privatvorlesungen die deutsche Sprache gebraucht zu haben. Denn er selbst berichtet, verschiedene seiner Hörer seien des Lateinischen unkundig gewesen, und ein deutsch geschriebenes, auf ihn zurückgehendes Manuscript (in Erlangen vgl. w. u.) trägt als Kennzeichen eines Diktates eine schülerhaft karrikierte mathematische Figur. Siehe Geometria practica nova, Nürnberg 1618, Vorrede. Vgl. auch S. 117,.

Digitized by Google

ausdrücken und darf sich, wenn es die Schwierigkeit erfordert, der Umgangssprache bedienen: propriis, domesticis et perspicuis verbis inculcato[1]). In der neuen Fassung von 1623 fehlt „domesticis", vielleicht, um den Unterricht dem Verdacht der Unwissenschaftlichkeit zu entziehen. Die Hörer haben den griechischen Text des Aristoteles oder Euklid vor sich. Paulsen vertritt zwar die Ansicht, daß „die Kenntnis der griechischen Sprache bei den meisten Hörern schwerlich zu selbständigem Lesen des Textes ausgereicht haben"[2]) mag, allein in Altdorf scheint auf Griechisch ziemlich großes Gewicht gelegt worden zu sein. Im Gymnasium wurden bereits Übungen in loquendo et scribendo graece gehalten und in den ältesten Vorlesungsverzeichnissen ist ausdrücklich erwähnt, daß „graece" gelesen werden wird. Die Tätigkeit des Professors ist ein explanare, docere, interpretari, enarrare. „Er gibt also eine Übersetzung zur Darbietung des sachlichen Inhalts. Die einzelnen Stellen werden herausgehoben, Erklärungen und Beweise für die Hauptsätze gegeben, Widersprüche und Einwendungen erörtert, durch Anführung praktischer Beispiele das Allgemeine illustriert" (Paulsen). Durch Fragen an die Hörer überzeugt sich der Vortragende, ob alle seine Ausführungen verstanden wurden. Ebenso steht es dem Hörer frei, den Professor um näheren Aufschluß zu bitten. Ist ein bestimmtes Pensum vollendet, so wird repetiert, was wahrscheinlich in einem Examinieren besteht. Wenn es die Schwierigkeit nicht verlangt, soll der Dozent nicht allzulange bei demselben Gegen-

[1]) A. U. A. 1, S. 2, X u. ibid. 2, S. 4, VII.

[2]) Paulsen I, S. 260.

Digitized by Google

stand verharren und soll namentlich seine Zuhörerschaft nicht durch allzu ausgedehnte Wiederholungen ermüden. Wenn ein Teil derselben weiterzufahren wünscht oder wenn ein größerer Zugang unter der Zeit erfolgt, werden die Stunden geteilt, in den einen wird repetiert, in den anderen weitergelesen. Ein einmal begonnenes Buch muß zu Ende geführt werden. „Die Anlehnung an den Urtext hindert natürlich nicht dazwischen den zusammenhängenden Vortrag". Nebenbei — usus et perspicuitatis causa — werden die Schriften eines Interpreten benutzt, größtenteils die von Melanchthon (meist nur Philippus genannt); die betreffenden Stellen werden daraus vorgelesen. Die ratio docendi ist die, welche die alten und neueren Gelehrten eingeschlagen haben z. B. Schegkius, einer der berühmtesten Aristoteliker des 16. Jahrhunderts. Nach Absolvierung eines größeren Abschnittes, oft im Anschluß an die Repetitionen, wird eine kurze Zusammenfassung dessen, was im Unterricht gewonnen wurde, eine „analysis logica" den Studierenden in die Feder diktiert. Dazu war der Professor verpflichtet und für die große, dem Diktieren beigelegte Bedeutung spricht ein Edikt von 1650[1]): „Das dictirn recht fleißig in acht zu nehmen". Auf diese Art und Weise sind mehrere Werke von Altdorfer Professoren als Manuskripte erhalten geblieben. Manche ließen ihre Vorlesungen drucken, um sich und den Hörern das unbequeme und zeitraubende Diktieren zu ersparen.

Die Kollegien wurden damals noch nicht semesterweise gelesen; dies wurde erst 1723 nach vielen Kämpfen eingeführt. Früher hatten sie einen ungewissen An-

[1]) A. U. A. 8.: 5. Okt. 1650.

Digitized by Google

fangs- und Endtermin. Es vergingen 2, sogar 3 Jahre bis sämtliche physikalische (arist.) Schriften des Aristoteles durchgegangen waren und der Zyklus von vorne begann. Bei diesem ausgedehnten Lehrstoff fanden zwei „Physici" vollkommen Beschäftigung. Wie sie sich im einzelnen darin teilten, ist mir nicht bekannt geworden; vielleicht ähnlich wie in Jena[1]), wo 1591 der eine über Aristoteles, der andere über die physikalischen (arist.) Schriften Melanchthons liest. Seitens der Zuhörer bedurfte es wohl eines großen Fleißes und einer bewunderungswürdigen Ausdauer, um bei derartig schleppenden, höchstens durch 4 Wochen Ferien unterbrochenen Vorlesungen das Interesse nicht zu verlieren.

Nach einem 1656 im Drucke erschienenen Kollegheft des Altdorfer Professors Treu (1597—1669) zerfällt die Physik (arist.) in einen allgemeinen und einen speziellen Teil. Der erste Teil befaßt sich mit den allgemeinen Prinzipien, mit den verschiedenen causae, mit den Begriffen, der Bewegung, Zeit, Raum, Vakuum etc. Der zweite Teil handelt von dem Himmelsgebäude, den vier Elementen und dem daraus Zusammengesetzten, ferner von den Lebewesen, besonders dem Menschen nach Leib und Seele. Auch die von Sturm (1635—1703), dem Amtsnachfolger von Treu, um die Wende des 17. und 18. Jahrhunderts verfaßten Werke, Physica hypothetica und Physica erotematica, die lange Zeit in Altdorf beliebte Vorlesungsbücher waren, umfassen noch das gleiche Gebiet und betrachten die ganze Natur. Erst nach der Mitte des 18. Jahrhunderts werden infolge des fortwährenden Wachsens der

[1]) Decreta senatus acad. Altdorf. Blatt 289.

Digitized by Google

Wissenschaften aus den Lehrbüchern der Physik oder Naturlehre, z. B. von Karsten[1]), die Gebiete über Psychologie, Physiologie, Zoologie, Botanik ausgeschieden. Dagegen enthalten sie Kapitel über Erd- und Himmelskunde, Meteorologie, namentlich über Chemie und der damit zusammenhängenden Mineralogie. Damals erhob sich ja die Streitfrage in der Literatur, wo eigentlich die Physik abzugrenzen sei, ob Chemie noch dazu gehöre oder eine selbständige Disziplin bilde. Ich glaube nicht, daß in Altdorf Chemie im physikalischen Unterricht mehr berührt wurde als es heutzutage in den Kollegien über Physik geschieht, da eigene experimentelle Vorträge über Chemie und auch Mineralogie stattfanden. Ein Übereinandergreifen dieser beiden so nahe verwandten Wissenschaften ließ sich wohl niemals ganz vermeiden. Über den chemischen Unterricht in Altdorf beabsichtigt Professor Dr. Henrich in Erlangen entsprechende Mitteilungen zu machen.

Von dem, was wir heute unter Physik verstehen, finden wir bei Aristoteles sehr wenig erwähnt. Im vierten Buch der Akroasis wird die Theorie der Wurfkörper behandelt, die nach Heller „den Anlauf zu einer Auffassung des Trägheitsgesetzes enthält". In der Schrift Meteora ist von Glatteis und Schnee, von Blitz und Donner etc. die Rede. Die Erscheinung des Regenbogens und des Halo geben Anlaß zur Erörterung der Ablenkung des Lichtes[2]). Ferner werden im 4. Buch die Eigen-

[1]) Wencesl. Joh. Gust. Karstens Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntnis der Natur, Halle 1783.

[2]) In der Optik wird noch in dieser Zeit wie auch früher das Wort Reflexion und Refraktion als gleichbedeutend gebraucht. (Vgl. E. Wiedemann, Beiträge XI, Sitzungsber. d. phys.-med. Soc. Erlangen (1906), Bd. 38.

Digitized by Google

schaften der Körper angeführt: Hämmerbarkeit, Brechbarkeit, Dehnbarkeit, Brennbarkeit, Verdampfungsfähigkeit etc.; schließlich wird auch die Temperatur erwähnt. Das 7. Kapitel des 2. Buches der Schrift De anima handelt ausschließlich von dem Licht. Im 2. Kapitel von De sensu et sensibili (über die Sinne) bespricht Aristoteles den Gesichtssinn, im 3. Kapitel die Farben. Ob jedoch die letztgenannte Schrift, ebenso die aus seiner Schule stammenden Quaestiones mechanicae, die eine Reihe auf Mechanik bezüglicher Probleme enthalten, von dem „Physicus" interpretiert wurden, läßt sich nicht entscheiden, da die Sammlungen der Vorlesungsverzeichnisse große Lücken aufweisen. Velcurio erklärt in seinem Aristoteleskommentar, Mechanik sei ein Lehrfach der Mathematik. Derselbe Autor bringt außer dem, was bereits oben von aristotelischen Schriften hervorgehoben wurde, weiter nichts Physikalisches, als eine Beschreibung des Auges nach Plinius. Auch in den Quaestiones physicae von Freigius (vgl. S. 64) sucht man vergeblich nach der Erwähnung eines Apparates, wie des Hebers oder des Heronsballes. Nur ein Kapitel über Optik erinnert an ein modernes Physikbuch. Optik und Mechanik gehörten statutengemäß in das Gebiet der Mathematik und sollen weiter unten, wo wir über die Mathematik handeln, näher besprochen werden. Von Treu, der 1650 zu seinem Lehramt der Mathematik auch das der Physik (arist.) erhielt, wurde in dem 1657 publizierten Directorium mathematicum alles das, was meßbar ist, aus der Physik (arist.) ausgeschieden und der Mathematik zugeteilt. So zählt er 7 mathematische Fächer auf, in welche sich alles einordnen läßt: Arithmetik, Geometrie, Astronomie, Geographie, Optik, Harmonik

Digitized by Google

und Mechanik [1]). Hydraulik z. B. gehört zur Mechanik, „da man von der Beschaffenheit des Bewegten absehen kann“. Der Physik (arist.) fällt somit die Betrachtung desjenigen zu, was nicht meßbar ist. In seiner Physica aristotelica (Kollegheft v. 1656) finden sich wohl ab und zu Experimente erwähnt. Bei den akustischen Erscheinungen wird auf die Saiteninstrumente hingewiesen und, um ein Beispiel für die Unmöglichkeit des Vakuums zu bringen, erinnert Treu wie die Alten an den Saugheber. Allein wie schon der Titel dieses Kompendiums aussagt, haben wir es hier noch mit aristotelischer Physik zu tun.

Eine neue Epoche beginnt mit dem Amtsantritt von Joh. Chr. Sturm 1669. Er faßte zwar Physik (arist.) noch in dem weiten, oben skizzierten Umfang, brach jedoch inhaltlich mit der alten peripatetischen Auffassung, nannte selbst seine „Physica“ „moderna et sanior“ und stützte sich auf die Anschauungen und Entdeckungen seiner berühmten Zeitgenossen Cartesius, Torricelli, Guericke, Pascal, Boyle, Huyghens u. a. In den Vorlesungen besprach er die von diesen Männern angestellten Experimente und zeichnete die dabei benutzten Apparate an die Tafel. Begreiflicherweise regte sich dadurch bei Lehrer und Schülern der Wunsch, diese Versuche selbst ausgeführt zu sehen und so entschloß sich Sturm, als erster in Deutschland, durch öffentlichen Anschlag am 3. Juni 1672 ein collegium experimentale sive curiosum

[1]) Es ist interessant zu sehen, wie Treu die Mechanik als angewandte Mathematik zu den mathematischen Disciplinen rechnet. Vgl. E. Wiedemann, Beiträge XI, Sitzungsber. d. phys.-med. Soc. Erlang. (1907), Bd. 39, S. 99ff.

Digitized by Google

anzukündigen[1]). Dies war eine Privatvorlesung und von dem eingegangenen Honorar wurden die nötigen Apparate beschafft, nämlich Taucherglocke, Camera obscura, Torricellische Röhren (Baroskope), Luftpumpe, Thermometer, Hygroskope, Teleskope, Mikroskope, Geräte zur Demonstration hydrostatischer und aerostatischer Erscheinungen, das Modell eines Luftschiffes,

[1]) Nach J. W. Baier [De praestantia philosophiae Altorfinae, (1709) 7. Seite, abgedruckt bei Apin, Vitae profess. phil. (Einleitung)] hatte Erh. Weigel, Prof. d. Math. z. Jena (1625—1699), schon vor Sturm in den Vorlesungen Instrumente vorgeführt, aber nur „mathematica et technica curiosa", also wahrscheinlich Modelle der einfachen Maschinen. (Vgl. J. Chr. Sturm, Colleg. experimentale 1676, auctaria S. 106).

Es gelang mir nicht festzustellen, ob in anderen Ländern schon früher Experimentalphysik an den Hochschulen gelehrt wurde. Sturm weist selbst darauf hin (ibid., programma invitatorium) daß „in Illustri Societate Anglicana seu Scrutatorum Naturae Regio Concilio, in Academia Parisiensi, Collegiis Eruditorum variis, Florentiae, Romae, Venetiis alibique frequentari solitis" die Experimentalphysik gepflegt worden sei. Von Herrn Assistent Secretary R. S. Rob. Harrison erhielt ich auf eine Anfrage die freundliche Auskunft, an der „Royal Society" (vermutlich identisch mit der oben erwähnten Societas Anglicana) hätten bereits seit der in der Mitte des 17. Jahrhunderts erfolgten Gründung „experimental demonstrations and lectures" stattgefunden. Es ist wohl kaum anzunehmen, daß in einer der aufgezählten Gesellschaften oder Kollegien auch Vorträge vor Schülern gehalten worden sind.

Herrn Professor Favaro (Padua) verdanke ich die Mitteilung, Galilei habe in seinen Vorlesungen (vgl. S. 72,1) schon einzelne Versuche angestellt, aber erst 1738 sei durch einen Beschluß der Republik Venedig Experimentalphysik an der Universität zu Padua eingeführt worden.

Herr Professor Clifton (Oxford) hatte die Güte mir mitzuteilen, daß in Oxford 1740 der Lehrstuhl für „experimental philosophy" errichtet worden sei. Siehe Nachtrag S. 179.

Digitized by Google

die einfachen Maschinen (Hebel, Keil, Wellrad, Schraube, Flaschenzug und schiefe Ebene), auch das Pendel. Im Laufe der Zeiten kam natürlich fortwährend Neues hinzu, wie Schalltrichter, Pendeluhren, Magnete etc. Die Experimente dienten zwar zur Erklärung und Ableitung der Naturgesetze, folgten aber ziemlich planlos auf einander und entsprangen nur allzuoft der für jene Zeit charakteristischen naiven Freude an dem Merkwürdigen und Absonderlichen. Das Kolleg wurde anfänglich nicht alljährlich gelesen, sondern nur dann, wenn sich eine genügende Zahl von Teilnehmern fand. Die Hauptvorlesungen Sturms erstreckten sich immer noch auf die Erläuterung von aristotelischen Schriften, allerdings mit Erklärungen nach den modernen Ansichten. Später befaßten sie sich mit der Besprechung seiner eigenen oben erwähnten Werke. Auch in den öffentlichen Vorlesungen über Mathematik scheint Sturm zur Veranschaulichung der Optik Apparate vorgeführt zu haben.

Professor Heinrich Müller (1671—1731) brachte einigermaßen Ordnung und System unter die allmählich auf eine große Zahl angewachsenen Experimente, indem er dieselben nach den Gesichtspunkten: Luft, Wasser, Feuer und Erde zusammenstellte. Nach seiner Ansicht müssen Schulversuche möglichst einfach und allgemeiner Natur sein, wenn sie ihren Zweck erfüllen sollen; schon deshalb ist eine gewisse Auswahl notwendig. Man merkt den Fortschritt der Experimentalvorlesung. Einige Dezennien vorher wurde sie noch collegium experimentale sive curiosum genannt, jetzt heißt sie nur mehr collegium experimentale; unter Sturm spielte das collegium experimentale noch eine untergeordnete Rolle, jetzt tritt es dem collegium

Digitized by Google

physicum gleichberechtigt zur Seite. Collegium physicum, collegium physicae dogmaticae oder theoreticae, so nannte man nunmehr das Kolleg, in dem nicht experimentiert wurde. Man konnte ja letztere Vorlesung nicht entbehren, da damals die Mittel fehlten, um alle Versuche, die man wohl beschreiben konnte, den Hörern auch vorzuführen. Während also die „theoretische" oder „dogmatische" Physik in lückenlosem Aufbau vorgetragen wurde, konnte sich die Experimentalphysik nur auf einzelne ausgewählte Kapitel beziehen. Z. B. werden im Jahre 1746 zum erstenmal „elektrische Versuche" angekündigt. Diese beiden physikalischen Vorlesungen finden entweder zu gleicher Zeit nebeneinander oder abwechselnd nacheinander statt. Bald wird auch dogmatische Physik mit Experimenten vorgetragen und in dieser Form scheint die Vorlesung dem Experimentalkolleg unserer Tage ziemlich nahe zu kommen. Das Ende des 18. Jahrhunderts an der Universität Erlangen gebräuchliche Buch von Erxleben[1]), das auch in Altdorf nicht unbekannt gewesen sein dürfte, enthält die Mechanik der starren und flüssigen Körper, Optik, Wärmlehre, Elektrizität und Magnetismus, allerdings auch eine Erd- und Himmelsbeschreibung.

Eine detaillierte Schilderung des ganzen Mathematikunterrichtes würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Es sei deshalb nur soviel hierüber mitgeteilt, als die Statuten über die einzelnen mathematischen Disziplinen aussagen. Mit den Anfangsgründen der Arithmetik und Astronomie wurde seit Errichtung der Akademie bereits in den beiden oberen Gym-

[1]) Anfangsgründe der Naturlehre v. J. Chr. Polycarp. Erxleben, Göttingen 1791.

Digitized by Google

nasialklassen begonnen[1]). An der Hochschule wurde gelehrt: Arithmetik und Algebra nach Gemma Frisius und Euklid; Geometrie (Planimetrie und Stereometrie) nach Euklid; Astronomie (mathematische Geographie und Trigonometrie) nach Euklid, Autolycus, Aristarch, Ptolemäus, Theodosius, Menelaus und Sacrobosco; Optik und Katoptrik nach Euklid und Geographie nach Glareanus[2]). Musik, das vierte Stück des althergebrachten Quadriviums, wird nicht mehr als ein den mathematischen Disziplinen gleichwertiger Lehrgegenstand erachtet. Zwar Abdias Treu (vgl. S. 25) nahm

[1]) Vordem wurden in den Gymnasialklassen keine mathematischen Fächer gelehrt, sondern nur in dem angegliederten Hochschulkurs.

Stundenpläne sind enthalten in: Introductio novae scholae Altdorfinae (1576) und Rectoratus J. Th. Freigio demandatus, Norimberg. 1577.

Nach Errichtung der Akademie tritt Mathematik unter den Lehrfächern am Gymnasium auf, aber der Unterricht war anscheinend sehr ungeregelt und wurde nicht immer durch einen eigenen Lehrer vom Fach ausgeübt. Der Ordo sive brevis descriptio praelectionum v. 1589 sagt: In der 2. Klasse werden die Elemente der Arithmetik, in der 1. Klasse die der Sphärik „extra ordinem" vorgetragen und es „beliebt" ihm die Namen der betreffenden Lehrer zu verschweigen. Nach Zeltner (Vitae theolog. Altdorf S. 91) gehörte der Mathematikunterricht im Gymnasium zur Funktion des professor theologus et catecheticus.

[2]) Gemma Frisius (1508—1555), Prof. d. Math. u. Med. in Löwen, schrieb Arithmeticae practicae methodus facilis (1548 u. 1571.) — Joh. de Sacrobosco (auch Sacrobusto, Sacrobuschus, John of Holywoad, † 1256) ist wahrscheinlich in Halifax geboren. Er lehrte zu Oxford und Paris. Sein Werk De sphaera ist ein Auszug aus dem Almagest und einigen arabischen Astronomien. — Glareanus, (eigentlich Henricus Loriti, 1488—1563) war Professor der Poesie in Freiburg i. Br. Er verfaßte 1533 ein Buch De geographia.

Digitized by Google

theoretische Musik als „Harmonik“ in sein Directorium mathematicum auf, aber nach seinem Tod wird dieses Fach in den mathematischen Vorlesungen nicht wieder gelehrt. Die Altdorfer Hochschule hatte ja seit ihrer Gründung einen eigenen professor musicus, der an die Studierenden Unterricht in Vokal- und Instrumentalmusik erteilte.

Die hohe Bedeutung, die der Astronomie zugeschrieben wurde, läßt sich aus der Menge der in den Statuten genannten astronomischen Schriften ersehen. Es ist daher begreiflich, daß dieses Lehrfach als „höhere Mathematik“ einen eigenen Professor zu beschäftigen vermochte. Der Astronomie dienen alle übrigen mathematischen Disziplinen; das ist in dem letzten Absatz der Vorschriften deutlich ausgesprochen. Jeder Gebildete soll das Kalenderwesen verstehen, soll mit astronomischen Tafeln umgehen und Finsternisse berechnen können, um die Nutzanwendung für das alltägliche Leben zu machen. Bei der geringen Verbreitung der Räderuhren und der Mangelhaftigkeit der vorhandenen, wenigstens anfangs, ist eine genaue Kenntnis des gestirnten Firmamentes bei Nacht zur Orientierung und Bestimmung der Zeit gewiß eine unbedingte Notwendigkeit gewesen. Für die Theologen insonderheit aber war es wohl erforderlich die Tage der kirchlichen Feste selbst richtig angeben zu können. Die allgemeinsten Betrachtungen aus der Himmelskunde gehörten auch in das Gebiet der Physik (arist.) und wurden dort ziemlich eingehend behandelt. Im Mathematikunterricht kamen jedoch noch astronomische Berechnungen hinzu, außerdem Übungen im Beobachten. Die eifrige Pflege, die die Astronomie in Altdorf fand, war die Veranlassung, daß eine Sternwarte gebaut

Digitized by Google

wurde, ein Institut, das damals nicht alle Universitäten besaßen. Von der Sternwarte soll weiter unten näheres mitgeteilt werden.

Besonderes Interesse bietet der Absatz V der älteren wie der neueren Verordnung. Denn darnach ist es dem Mathematiker anheimgegeben, ob er für die Planetentheorie die Erklärungsweise des Ptolemäus oder des Kopernikus zugrunde legen will.

Als ein weiteres mathematisches Fach begegnet uns die Optik, die wegen ihrer mathematischen Behandlung früher mehr in das Gebiet der Mathematik einschlug, während ihre physikalische Seite wenig gefördert war. Der Inhalt der Euklidischen Optik ist der folgende. Euklid geht von acht Sätzen aus, nämlich daß die Sehstrahlen gerade Linien seien, die von einander gewisse Entfernungen haben, daß ferner die von den Lichtstrahlen eingeschlossene Figur ein Kegel sei, dessen Spitze im Auge, dessen Basis auf der Umgrenzung der sichtbaren Gegenstände liege, ferner, daß nur diejenigen Gegenstände sichtbar seien, die in der geradlinigen Bahn des Strahles liegen, daß unter größerem Winkel gesehene Gegenstände größer erscheinen als unter kleinerem Winkel gesehene. Aus diesen Grunderfahrungen leitet Euklid 61 Theoreme ab, welche sich vorzüglich auf die scheinbare Größe, Gestalt, Bewegung u. s. f. der Gegenstände beziehen.

Katoptrik ist in den Vorschriften nicht genannt, wurde aber ganz gewiß als zur Optik gehörig vorgetragen. In den Euklidausgaben[1]) jener Zeit wenigstens sind Optik und Katoptrik vereinigt. In seiner Katoptrik

[1]) z. B. Ausgabe v. Cunradus Dasypodius, Argentinae 1571.

Digitized by Google

geht Euklid [1]) von sieben Erfahrungssätzen aus, von denen der erste und zweite sich wieder auf die geradlinige Fortpflanzung des Lichtes bezieht, der dritte bis zum sechsten auf die Reflexion, der siebente" gar nicht hierher gehörige und vielleicht aus Archimedes Optik stammende (vgl. S. 122,2) auf die Refraktion. Auf die ersten sechs Erfahrungstatsachen werden 31 Theoreme gegründet, welche sich vor allem auf das Verhältnis zwischen optischem Spiegelbild und Gegenstand, auf Entstehung, Größe und Lage der Bilder beziehen.

Die Optik des Ptolemäus war zwar Ende des 16. Jahrhunderts in Altdorf bekannt, ob sie aber vorgetragen wurde, läßt sich nicht feststellen (vgl. S. 65). Ein deutliches Bild von dem Umfang der damaligen Optik gibt uns das Directorium mathematicum (1657) von Treu. Dasselbe befaßt sich mit der Reflexion (nach Euklid), dem Entstehen der Bilder bei Plan- und Konkavspiegeln, der Brechung (nach Ptolemäus) an der Trennungsfläche zweier Medien, besonders bei Linsen; es beschreibt das holländische Fernrohr und die Camera obscura, schließlich erstreckt es sich auch auf die ziemlich ausgedehnte Lehre der Perspektive. Treu führt zwar Kepler unter seinen Autoren an, bringt aber weder seinen Versuch über die Brechung noch die von ihm herrührende Beschreibung des Auges. Eine bedeutende Erweiterung und wissenschaftliche Vertiefung erfuhr das Gebiet der Optik seit der Lehrtätigkeit von Sturm und Müller; aber erst der letztere

[1]) Nach den neueren Untersuchungen ist die „Katoptrik" nicht von Euklid verfaßt. Siehe Heiberg, Studien über Euklid (1882), S. 148 u. 152.

Digitized by Google

kennt (1721) die berühmten Experimente von Newton über die Zusammensetzung des Lichtes und das Brechungsgesetz von Snellius.

Mechanik wird in den Statuten nicht eigens erwähnt. In den uns erhaltenen Vorlesungsverzeichnissen findet sich diese Disziplin zum erstenmal 1648 von Treu angezeigt. Derselbe behandelt die Bewegung noch nach Aristoteles, die archimedische Gleichgewichts- und Schwerpunktslehre, ferner die fünf Potenzen des Pappus: Hebel (Wage), Rolle (Flaschenzug), Wellrad, Keil und Schraube, indem er die vier letzten auf den Hebel zurückführt. Auch die schiefe Ebene wird besprochen. Wie zur Erläuterung der optischen Erscheinungen, so führte auch in der Mechanik Sturm Experimente ein. Er demonstrierte an einem Apparat das Kräfteparallelogramm und erklärte die Wirkung der einfachen Maschinen mittels der Kräftezerlegung in Komponenten. Er legte überhaupt seinen Darstellungen eine streng mathematische Form zugrunde, während in dem Lehrbuch von Treu manches noch ziemlich unklar, sogar fehlerhaft dargelegt ist. Die Fallgesetze kennt Sturm nicht, ebensowenig die von Galilei entdeckten Pendelgesetze, obwohl er seinen Hörern das Pendel vorführte.

Optik und Mechanik, die ja gerade im 18. Jahrhundert so große Fortschritte zu verzeichnen hatten, wurden zwar beschreibend in der Physik behandelt, blieben jedoch Gegenstand der Mathematik und wurden in Vorlesungen über „mathematische Physik“ oder „angewandte Mathematik“ vorgetragen, die sich um 1780 auf die Gebiete Statik, Hydrostatik, Aerometrie, Mechanik, Hydraulik, Optik, Dioptrik, Katoptrik, Akustik sowie auf Astronomie erstreckten.

Digitized by Google

Einrichtungen, die unserem jetzigen physikalischen Praktikum entsprechen, gab es naturgemäß in Altdorf noch nicht. Allein solange das Experimentalkolleg wie unter Sturm durchaus privaten Charakter trug und sogar, wenn es die Versuche erforderten, im Freien stattfand, waren die Hörer dem Professor meistens beim Experimentieren behilflich und konnten, wie aus den Angaben von Sturm selbst hervorgeht, fast alle Versuche selbst wiederholen. Außerdem wurden geodätische, astronomische, später selbst meteorologische Übungen abgehalten, in denen die Teilnehmer Gelegenheit hatten mit einer Reihe von Meßinstrumenten sich vertraut zu machen. Der letzte Professor für Physik, J. Leonh. Späth, der selbst ein geschickter Mechaniker war, besaß eine eigene Werkstatt und gab den Studierenden Anleitung physikalische Apparate zu verfertigen. Die Beteiligung hieran wird man sich jedoch nicht allzu stark vorstellen dürfen, wenn man bedenkt, daß gegen Ende des 18. Jahrhunderts die gesamte Frequenz der Universität bis auf die Zahl 90 herabsank [1]).

Die Einübung des im Unterricht behandelten Lehrstoffes war Aufgabe der Disputationen. Diese zerfielen in „publicae“ und „privatae“ oder „circulares“ und unterschieden sich voneinander nur in dem Grad der Feierlichkeit. Der Respondent verteidigte dabei unter dem Vorsitze des von ihm selbst gewählten Präses eine Anzahl von Thesen. Kam er oder die offiziell aufgestellten Opponenten nicht zurecht, so gab ihnen der Präses Anleitung, die Verwicklung durch

[1]) Siehe Gedicke, Der Universitäts-Bereiser, Archiv f. Kulturgesch., ed. v. Steinhausen, 1. Ergänzungsheft, 1905, S. 67. Um 1781 waren es noch 120 Hörer (ibid.).

Digitized by Google

logische Schlüsse zu lösen. Alle Anwesenden, Lehrer wie Studenten, hatten das Recht, sich zum Worte zu melden. Die Disputationsschriften, die in Altdorf in erstaunenswerter Menge erschienen, wurden fast ausschließlich von den Professoren, d. h. den Präsides verfaßt. Sie sind an Umfang und Gehalt sehr verschieden und bestehen aus 5—20 Druckseiten, die öfters über 50 Thesen enthalten. In späteren Zeiten gestalten sie sich zu mehr wissenschaftlichen, oft bedeutenden Abhandlungen; ihre Zahl nimmt jedoch beständig ab. Die äußere Form dieser Dissertationen ist anfänglich so ziemlich immer dieselbe. Als Einleitung geht eine vom Respondenten an Freunde, Gönner oder Honoratioren gerichtete Widmung voraus; am Ende werden in kurzen Sätzen mehrere „Parerga“ oder „Corollaria“ beigefügt. Meistenteils schließt das Ganze mit Lobgedichten von Freunden oder dem Präses an den Respondenten. Der Stoff ist größtenteils dem Aristoteles entnommen. Man disputiert de loco, de motu, de coelo, de ventis etc. Auch die Bibel liefert physikalische (arist.) Themata, z. B. De odore vestium Esavi. Erst seit dem Ausgang des 17. Jahrhunderts trifft man Themata wie: De loco imaginum a speculis repraesentatum de hydrometro, de aeolipila, de tuba stentorea, de lacrimis seu guttis vitreis etc. Nicht nur von den berufsmäßigen „Physici“ sondern von den Professoren aller Fakultäten werden Thesen aus dem Gebiet der Physik (arist.) aufgestellt und unter ihrem Vorsitz erörtert. In den Disputationsschriften aus älterer Zeit sucht man vergeblich nach den Namen der Männer, welche die Physik (arist.) in andere Bahnen leiteten. Wirkliche Streitschriften zur Bekämpfung der neuen wissenschaftlichen Ideen sind nicht vorhanden, auch von theolo-

Digitized by Google

gischer Seite nicht. Selbst eine Dissertation De immobilitate terrae ist sehr sachlich gehalten[1]). Leider sind uns keine Aufzeichnungen über den Verlauf solcher Disputationen erhalten geblieben.

Prüfungen an der Universität gab es nur anläßlich der Promotionen. In der hierzu gebildeten Prüfungskommission befand sich stets der Mathematiker. Der Baccalare, dessen Examen etwa dem unserer Abiturienten entsprochen haben mag, mußte sich, abgesehen von den übrigen Fächern, in den Anfangsgründen der Arithmetik und Mathematik beschlagen zeigen, die Magister — diese Würde war nach dem Baccalareat der nächst höhere von der philosophischen Fakultät verliehene Grad — jedoch in der gesamten Mathematik und Physik (arist.). Die letzteren hatten eine selbstständige Abhandlung zu liefern und drei Stunden lang ohne Präses zu verteidigen. Das Thema war beliebig und konnte somit auch ein physikalisches (arist.) sein[2]).

Die Prüfung der Doktoren, d. h. der Promovenden der Medizin, Jurisprudenz und Theologie erstreckte sich nicht mehr auf Physik (arist.) oder Philosophie, sondern nur auf die Disziplinen der betreffenden Fakultät.

Die bei den Vorlesungen benutzten Apparate waren zum größten Teil Privateigentum der Professoren. Einige Instrumente gehörten der Universität selbst

[1]) Mit dem Inhalt der oben erwähnten Dissertationen werden wir uns später zu beschäftigen haben.

[2]) Über Promotionen und die dabei stattfindenden Feierlichkeiten siehe: 1. Will, Gesch. d. Univ. Altdorf, S. 108. 2. Baier, Gesch. d. Univ. Altdorf, S. 82. 3. Amoenitates Altdorfinae, Einleitung u. Tab. 9 u. 11. 4. Solennitas et actus renuntiationis et promotionis, Norimb. 1581. 5. Actus publicationis privelegiorum, Altdorf 1624. 6. A. U. A. 1 u. 2. 7. A. U. A. 11, S. 314.

Digitized by Google

und wurden anfangs in der Bibliothek aufbewahrt. Wir wollen letztere an dieser Stelle kurz besprechen:

Ein „mathematischer Becher“ (scyphus mathematicus), der von Christian Heyden[1]) 1552 verfertigt dem Kurator Hieron. Baumgärtner dediziert war und später als Geschenk in den Besitz der Hochschule kam[2]). Jetzt

Fig. 1. Nach einer Originalphotographie.

befindet er sich im Germanischen Museum zu Nürnberg[3]). Der Apparat (vgl. Fig. 1) ist ganz aus Messing. Auf den ca. 11 cm hohen, eigentlichen Becher (W. I. 29), wird der auf der Fig. 2 rechts daneben befind-

[1]) Christian Heyden (Heiden, 1526—1576) war Professor der Mathematik am Ägidiengymnasium (altes Gymnasium) in Nürnberg.

[2]) J. Jac. Leibnitz, Inclutae bibliothecae Norimbergensis memorabilia, 1673, S. 23.

[3]) Im Folgenden wird die Signatur eines im Germanischen Museum aufbewahrten Apparates stets in runden Klammern beigefügt werden: „W. I.“ mit der betreffenden Nummer.

Dem Magistrat der Stadt Nürnberg, welcher mir erlaubte, mehrere der Stadt gehörige, im Germanischen Museum aufbewahrte Apparate zu photographieren, sowie Herrn H. Pauschmann, der mir verschiedene Zeichnungen lieferte, möchte ich hier meinen Dank aussprechen.

Digitized by Google

liche Deckel (W. I. 19) von ca. 20 cm Durchmesser gelegt und darauf kann der ca. 12 cm hohe Zylinder (W. I. 35) gesetzt werden. Jedes dieser drei Stücke ist ein selbständiges Instrument.

Der Becher, dessen Höhlung genau eine Halbkugel ist, stellt eine Sonnenuhr dar[1]). Der Zeiger, die Weltachse, reicht bis in die Mitte der Ebene des Becherrandes; dieser Rand ist der Horizont, entsprechend der Polhöhe von Nürnberg. Die Spitze des Zeigers durchläuft täglich einen zum Äquator parallelen Kreis, an welchem die Stundenziffern angebracht sind. Da wegen der variierenden Schattenlänge des Zeigers stets ein anderer Parallelkreis durchlaufen wird, so kann man auch Mondphasen etc. ablesen. Um diese tragbare Sonnenuhr nach Norden orientieren zu können,

Fig. 2. Nach einer Originalphotographie.

ist in den Boden des Bechers ein mit Glas überdeckter Kompaß eingelassen[2]) (vgl. Fig. 3). Die Richtung des

[1]) Eine Sonnenuhr in einer Halbkugel, bei den Griechen und Römern unter dem Namen Heliotrop(ium) oder Skaphe bekannt, besaß bereits der chaldäische Astronom Berosus um 640 v. Chr. Der durch das obere verdickte Ende des senkrechten Zeigers markierte Kugelmittelpunkt, zeigte durch die Lage seines Schattens die Zeit an. Siehe H. Löschner, Über Sonnenuhren, S. 27.

[2]) Horizontale Sonnenuhren, die durch Zufügung einer Magnet-

Digitized by Google

astronomischen Meridians ist durch Angabe der Dekli-

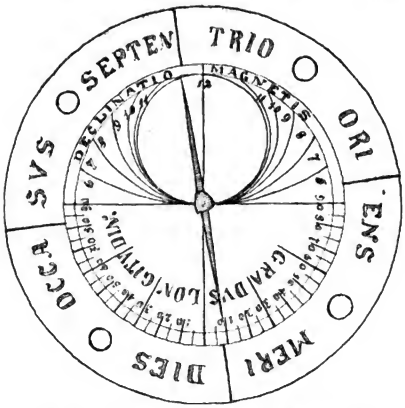

Fig. 3 Nach einer Originalphotographie.

nation von ca. 11° bezeichnet. Die Nadel ist jetzt noch magnetisch[1]). Die südliche Kompaßhälfte ist vom magnetischen Meridian aus nach Osten und Westen in 90 Grade eingeteilt; dabei befindet sich die Inschrift: Gradus longitudinum. Auf der nördlichen Hälfte sind

nadel tragbar gemacht worden waren, nannte man „Sonnenkompasse" oder auch bloß „Kompasse". Solche „Sonnenkompasse" wurden im 15. Jahrhundert in so großer Anzahl in Nürnberg hergestellt, daß es dort eine besondere Zunft der Kompaßmacher gab, deren Erzeugnisse weit verbreitet waren. Der erste „Sonnenkompaß" stammt aus dem Jahre 1451. Siehe E. Gerland, Der Kompaß b. d. Arabern u. im christl. Mittelalter. Mitt. z. Gesch. d. Med. u. d. Nat. 1906, Bd. VI, S. 17.

[1]) Bei der photographischen Aufnahme mußte der Becher umgelegt (vgl. Fig. 2), also die Kompaßebene vertikal gestellt werden. Die Nadel in Fig. 3 befindet sich deshalb nicht im magnetischen Meridian.

Digitized by Google

Kreisbögen eingeritzt, die alle ihren Mittelpunkt auf dem magnetischen Meridian haben und sämtlich durch das Zentrum des Kompasses gehen. Der kleinste Bogen, ein vollständiger Kreis, berührt die Kompaßperipherie, die übrigen Bögen schneiden dieselbe, da ihr Radius stets zunimmt. An diese Schnittpunkte, die annähernd um gleiche Bogengrade voneinander entfernt sind, sind Ziffern geschrieben, derartig, daß im magnetischen Meridian 12 steht, östlich davon 11 etc. bis 6, westlich davon 1 etc. bis 6. Dabei befindet sich die Inschrift: Declinatio magnetis. Die Reihenfolge der Ziffern erinnert an die Stundenziffern einer Uhr[1]). Diese müßten jedoch, falls sie für eine Sonnenuhr in Betracht kommen sollten, in umgekehrter Reihe angeordnet sein. Außerdem wäre der Boden des Bechers, in dem der Kompaß befestigt ist, für eine Horizontaluhr der denkbar ungünstigste Platz, da sie hier nur kurze Zeit von der Sonne beschienen wird.

Wahrscheinlich glaubte Heyden, der damaligen Zeit entsprechend, daß ein gewisser Zusammenhang zwischen der Deklination und der geographischen Länge bestehe und daß man die eine Größe aus der andern bestimmen könne.

---

[1]) Ath. Kircher (De arte magnetica, Rom 1654, S. 200 f.) schreibt, in Deutschland habe man Kompasse gehabt, die zugleich Sonnenuhren waren. In Wirklichkeit werden hierunter die „Sonnenkompasse" gemeint sein. Da er jedoch noch kein derartiges Instrument gesehen und sie nur vom Hörensagen kennen gelernt hat, so stellt er sich dasselbe also vor: Auf dem Hütchen der Magnetnadel wird eine kleine Spitze als Zeiger und zu beiden Seiten der den Meridian darstellenden Nadel unter Berücksichtigung der Deklination die Stundenziffern einer Horizontaluhr angebracht. Eine derartige Sonnenuhr kann jedoch aus den oben angegebenen Gründen der Heydensche Kompaß nicht darstellen.

Digitized by Google

Es ist mir nicht gelungen, eine genauere Erklärung dieser Zeichen zu geben.

Unter den vielen Kompassen, die im Germanischen Museum aufgestellt sind, ist kein weiterer dem oben beschriebenen ähnlicher vorhanden.

Der Deckel des Bechers ist ein Astrolabium oder Planisphaerium[1]). Dieses von Hipparch (um 150 v. Chr.) erfundene Instrument beruht darauf, daß die Himmelskugel für eine bestimmte Polhöhe auf eine durch ihren Mittelpunkt gelegte Ebene stereographisch projiziert ist. Vorder- und Rückseite dienen zu Meßzwecken. Das Astrolabium war ein sehr beliebtes Instrument, da es einen außerordentlich mannigfaltigen Gebrauch gestattete. Man hängt dasselbe an dem Henkel auf, bestimmt mit dem um den Mittelpunkt der Kreisteilung drehbaren Diopterlineal z. B. die Höhe der Sonne, liest für diesen Tag die Länge und Breite der Sonne ab und erhält daraus unmittelbar die Sonnenzeit der Beobachtung. Auf eine nähere Beschreibung des Astrolabiums kann hier nicht eingegangen werden; R. Wolf berichtet in seiner Geschichte der Astronomie hierüber sehr ausführlich.

Der auf den Deckel des Bechers aufsetzbare Messingzylinder — genauer ein abgestumpfter Kegel —

[1]) Dieses Astrolabium, mit seinem eigentlichen Namen „Astrolabium planisphaerium", darf nicht verwechselt werden mit dem ebenfalls von Hipparch erfundenen Astrolabium, welches wie eine Armillarsphäre ein Kugelskelett aus den himmlischen Fundamentalkreisen ist. Man verstand jedoch im Mittelalter unter Astrolabium stets das Planisphaerium. Schließlich nannte man auch Astrolabium einen einfachen senkrecht aufhängbaren Teilkreis mit beweglichem Diopterlineal für Winkelmessungen. Siehe R. Wolf, Gesch. d. Astr., S. 162 f.

Digitized by Google

ist eine Sonnenuhr. Der Zeiger kann beliebig in einer Vertikalebene gedreht werden.

Für den Physiker ist daran hauptsächlich von Interesse, das in dem Zylindermantel eingeschlossene, oben durch ein Glas bedeckte Pendel. Dasselbe ist ein dünner, bis zu dem Deckglas reichender Draht, dessen oberes Ende auf eine Marke des Deckglases einspielen muß, wenn die Sonnenuhr vertikal stehen soll. Man kann nicht sehen, wie das Pendel aufgehängt oder unterstützt wird, aber da es stets in seiner vertikalen Lage bleibt, wie man auch den Zylinder neigen mag, so wird es vermutlich auf dem gleichen Prinzip beruhen, wie das Pendel, das Praetorius zur Horizontierung einer Sonnenuhr verwendet hat (vgl. S. 85). Dort ist ein Draht mit seinem unteren Ende an die Außenfläche eines schweren, innen ausgehöhlten Metallstückes von ungefähr parabolischem Längsschnitt angelötet. Das Metallstück ist mit seiner Innenfläche auf eine feste, senkrecht stehende Spitze gesteckt, so daß der Schwerpunkt des ganzen Pendels unterhalb des Unterstützungspunktes sich befindet.

Das wertvollste Stück der Bibliothek bestand in einer Armillarsphäre (W. I. 122), welche das kopernikanische System darstellte[1]). Dieselbe war nach den

[1]) Planetarien, die natürlich das ptolemäische System darstellten, waren längst bekannt. Bereits Archimedes soll einen derartigen Apparat konstruiert haben. Siehe E. Wiedemann, Beiträge z. Gesch. d. Naturwissensch., Sitzungsber. der phys.-med. Soc. in Erlangen, Bd. 37, 1905, S. 409. Ähnliche Planetarien, Himmelsgloben mit Planetenuhren, stellte Landgraf Philipp IV. von Hessen-Kassel (1532—1592) her (Gerland-Traumüller, S. 99 f. und 190). Desgleichen der uns schon bekannte Christian Heyden im Jahre 1570. Vgl. Doppelmayr S. 75. Ein kopernikanisches Planetarium schlug auch Chr. Casp. Hoppenstedt vor in einer Schrift: Specimen

Digitized by Google

Angaben ihres Erfinders, des Astronomen G. C. Eimmart (1638—1705) in Nürnberg von dem dortigen Mechaniker Joh. Ludtring († 1688) im Jahre 1680 ausgeführt worden, und wurde von zwei Nürnberger Kaufleuten, Ingolstetter und Grassel 1690 um den ansehnlichen Preis von 300 fl. (nach anderen von 200 Talern), für die Universität Altdorf angekauft. Dieser Apparat, der das erste Planetarium dieser Art gewesen sein soll, wurde von J. Chr. Sturm beschrieben[1]) und spielte bei den Vorlesungen eine große Rolle. Jetzt befindet sich das Kunstwerk in leider ziemlich beschädigtem Zustand im Germanischen Museum und es ist nicht mehr möglich, dasselbe im Betrieb zu sehen.

Das Planetarium ist (vgl. Fig. 4) ganz aus Messing; es hat eine Höhe von ca. 90 cm und mißt im Diameter cA. 60 cm. In dem Holzkasten, auf dem die Armilla steht, befindet sich ein Räderwerk, welches durch eine Kurbel mit unendlicher Schraube gedreht wird und das ganze Planetarium in Bewegung setzt. Im Mittelpunkt ruht die Sonne, eine vergoldete Hohlkugel[2]) von ca. 5 cm Durchmesser. Sie ist zwar um die vertikale, zur Ekliptikebene senkrechte Hauptachse des ganzen Systemes drehbar, steht jedoch bei dem Umlaufe der Planeten selbst still. Die Planeten sind

mathematicum de machina planetaria sive de hypothesi Copernicana, Helmstädt 1714. Ein kop. Planetarium wurde auch von George Adams in London um 1720 (Bassermann-Jordan, Tab. XIX) gebaut.

[1]) J. Chr. Sturm, Sphaerae armillaris . . . brevis elucidatio, Altdorf 1695.

[2]) Ibid. VI. Probl. heißt es: „Globulum inauratum solis, pro eclipsibus demonsdrantis, aperire". Offenbar konnte man früher diese Hohlkugel öffnen. Jetzt scheint sie durch eine andere ersetzt zu sein. Ich konnte wenigstens keine Vorrichtung entdecken, welche ein Öffnen der Hohlkugel ermöglichte.

Digitized by Google

sämtlich an Metallringen (niedrigen Zylindern) befestigt und umkreisen in ein und derselben Horizontalebene, der Ekliptik, die Sonne. Jeder Ring wird durch einen zweiten, auf ihm senkrecht stehenden Ring, der durch die Hauptachse geht und mit dem Räderwerk in Verbindung steht, in seiner wagrechten Lage festgehalten.

Fig. 4. Nach einer Originalphotographie.

An dem durch die Hauptachse gehenden Ring können auch die astronomischen Breiten abgelesen werden. Zu diesem Zweck ist ein dritter beweglicher Ring vorhanden, welcher seine Drehachse in einem Durchmesser des ersten Ringes hat. Bei der Erde fehlt dieser dritte

Digitized by Google

Ring. Die große Anzahl dieser Ringe erschwert es, den Apparat zu überblicken und ein deutliches Bild von demselben herzustellen. Die Achsen, um welche jeder der kugelförmigen Planeten gedreht werden kann, stehen verschieden schräg zur Ekliptik und hängen — mit Ausnahme der Erde — in einem kleinen drehbaren Meridiankreis. Die von der Sonne entferntesten Planeten, Jupiter und Saturn, sind von einem zweiten, zu ihrem Meridiankreis konzentrischen Reif umgeben, so daß der Planet mitsamt dem Meridiankreis um einen zu seiner Achse senkrechten Durchmesser des zweiten Reifes gedreht werden kann. Die Vorrichtung gestattet, die Planetenachse in verschiedene Lagen zu bringen.

Jupiter hat vier weitere konzentrische, einzeln bewegbare Ringe, welche die Bahnen der vier Trabanten darstellen.

Im Gegensatz zu den übrigen Planeten hat die Erde bei ihrem Umlauf um die Sonne noch eine Eigendrehung um eine zur Ekliptik senkrechte Achse zu machen[1]). Dies wird dadurch erreicht, daß die Erdkugel

[1]) Kopernikus schrieb der Erde eine dreifache Bewegung zu. 1. Eine tägliche Bewegung um ihre Achse in der Richtung von West nach Ost, durch die sich die scheinbare gemeinschaftliche Bewegung aller Gestirne von Ost nach West ergibt. 2. Eine jährliche Bewegung der Erde um die Sonne in der Richtung von West nach Ost, die uns als jährliche Bewegung der Sonne in derselben Richtung erscheint. 3. Da die geneigte Erdachse seiner Meinung nach bei ihrer zweiten Bewegung einen Kegelmantel um die Ekliptik beschreibt, aber sich selbst parallel bleiben muß, wenn man den Wechsel der Jahreszeiten erklären will, so legte er der Erde eine dritte Bewegung bei, welche die Erdachse in allen Lagen parallel erhält; nämlich eine jährliche Bewegung der Erdachse um eine Senkrechte zur Ekliptik im entgegengesetzten Sinn. Dadurch, daß

Digitized by Google

in einem kleinen Kugelskelett der sphärischen Hauptkreise hängt, welches durch Zahnradübersetzung und Transmissionsfaden von einem Zahnrad zur Hauptachse (in entgegengesetztem Sinn) zur Rotation gebracht wird. Die Erdkugel kann man selbst um ihre eigentliche Achse drehen und letztere ist anscheinend um die Ekliptikschiefe zu ihrer Bahn geneigt. Bei dem Umlauf um die Sonne führt die Erde die Drehung um ihre Achse nicht von selber aus. An der Innenseite des eben erwähnten Kugelskelettes ist der Mond an einem Kreis, der um einen in der Ekliptikebene liegenden Durchmesser drehbar ist, befestigt. Die Größe der Planeten ist sehr verschieden. Als Einheit der Umlaufszeiten ist die des Saturn angenommen.

Der der Sonne zunächst befindliche Planet ist der Merkur (d = 5 mm)[1]; derselbe macht 137 Umläufe. Dann folgt Venus (d = 7 mm) mit $37^1/_2$, darauf die Erde (d = 11 mm) mit 30 (entsprechend 1 Jahr) nebst dem Mond mit über 370 Umläufen; ferner Mars (d = 6 mm) mit 15, Jupiter (d = 20 mm) mit $2^1/_2$ und schließlich Saturn (d = 25 mm) mit 1 Umlauf um die Sonne.

Die sämtlichen Ringe sind umschlossen von der eigentlichen Armillarsphäre, nämlich von einem unbeweglich festen Gerippe der Fundamentalkreise.

Für gewöhnlich steht das Planetarium in einem Holzgehäuse — dasselbe ist hier nicht mit abgebildet — mit Glasfenstern und die Hauptachse läuft, damit

---

er den beiden konischen Bewegungen (der zweiten und dritten Bewegung) der Erdachse nicht ganz dieselbe Dauer gab, wurde es ihm möglich die Präzession zu erklären. Die Nachfolger des Kopernikus gaben bald die dritte Bewegung der Erde auf. Siehe Wolf, Gesch. d. Astr. S. 228.

[1]) d = Durchmesser.

Digitized by Google

sie in ihrer vertikalen Stellung gehalten wird, in einer an der Decke des Gehäuses angebrachten Führung.

An diesem Apparat lassen sich eine Reihe von Erscheinungen demonstrieren, deren Beschreibung uns jedoch zu weit abführen würde. Es sei deshalb auf die Abhandlung von J. Chr. Sturm verwiesen.

Außer einigen Sonnenuhren, einem Erd- und einem Himmelsglobus ist noch das in der Bibliothek befindliche Original des Wagenseil'schen Wasserschildes (Wassertreter, hydraspis) zu erwähnen[1]). Der Wasserschild, von dem ich leider weder eine Abbildung noch genaue Beschreibung ermitteln konnte, ist ein innen hohler Schwimmgürtel aus Holz und soll von Wagenseil, Professor der Geschichte und Jurisprudenz von 1667 bis 1705 zu Altdorf, erfunden worden sein[2]). Eine Probe für seine Tragkraft führte der Erfinder 1691

---

[1]) Siehe A. U. A. 21. Hier sind alle in der Bibliothek aufbewahrten Gegenstände aufgezählt.

[2]) Joh. Chr. Wagenseil (1633—1705) gibt davon selbst nur eine kurze und flüchtige Beschreibung in zwei Schriften: De hydraspide, Altdorf 1690. und Wasserschild, welchen in dem Ehrentempel . . . aufhenket J. C. W., Altdorf 1690. Einen ähnlichen Apparat hatte Magnus Pegel (1547—1618?), Professor der Mathematik in Helmstedt, schon vor 1586 erfunden. Die Schriften dieses Gelehrten sind verloren gegangen (vgl. Allg. deutsch. Biogr. [1887], Bd. 25, S. 315). Eine kurze, von ihm selbst herrührende Beschreibung seines Schwimmgürtels ist abgedruckt bei Nentwig, Die Physik an der Universität Helmstedt, S. 59. Diese stimmt auffallend überein mit der später von Wagenseil gelieferten. Vermutlich kannte letzterer den Apparat Pegels.

Über Schwimmgürtel vgl. S. 143.

Wagenseil schenkte der Universität auch seine Kuriositätensammlung, die jedoch, soviel ich bisher fand, keine physikalischen Apparate enthielt. Siehe Murr, S. 544.

Digitized by Google

dem deutschen Kaiser Leopold auf der Donau und dem Züricher-See vor.

Durch die Treusche Schenkung (vgl. S. 5,3) kamen 1768 in den Besitz der Universität eine Anzahl physikalischer Werke und einige nicht weiter bezeichnete „zur Experimentalphysik gehörige Maschinen“ [1]). Dazu kamen durch das Vermächtnis [2]) v. J. Traugott Adolph, Professor der Medizin von 1768 bis 1771 zu Altdorf: ein Flaschenzug, mehrere Spiegel und optische Instrumente, verschiedene „mikroskopische Kleinigkeiten“, ferner eine „Lieberkühnsche Maschine“ [3]) von Messing.

[1]) In einem im Kreisarchiv zu Nürnberg aufbewahrten Akt (S. II L. 89 Nr. 4, Beilage A) heißt es: Für die Konservation und Vermehrung der Naturalien der Treuschen Schenkung, besonders für das Nachfüllen von Spiritus solle der Professor der Anatomie, für die Instandhaltung und Vermehrung des Herbariums der Botanicus Sorge tragen. Wenn aber beide nicht wollten, solle diese Aufgaben der „Physicus“ übernehmen. Die Zinsen des Kapitals von 6000 fl., welche die Witwe des Chr. Jak. Treu vermacht hatte, sollten auch zur Anschaffung physikalischer Werke und Dissertationen verwendet werden.

Ibid., Beilage C läßt erkennen, daß von jenen Zinsen keine Apparate, sondern nur Bücher und Spiritus u. a. angekauft worden sind.

[2]) Siehe Will, Gesch. d. Univ. S. 228 f. Die von Adolph geschenkten Instrumente gehörten der med. Fakultät. Es ist deshalb fraglich, ob sie auch in den Vorlesungen über Physik benutzt wurden.

[3]) Joh. Nathanael Lieberkühn (1711—1756), Arzt in Berlin, gilt als der Erfinder (1738) des Sonnenmikroskopes, welches er beschrieben hat in: Descript. d'un microscop anatomique, Berl. 1745. (Siehe A. Poppe, S. 53). Samuel Reyher (1635—1714) soll jedoch diesen Apparat schon 1679 erwähnt haben. (Siehe hierüber Gerland-Traumüller, S. 274). Das Sonnenmikroskop ist ein Projektionsapparat. Durch ein oder mehrere Konvexlinsen, welche in einem Tubus im Fensterladen angebracht werden, wird das Sonnenlicht auf den zu untersuchenden kleinen Körper konzentriert. Eine Pro-

Digitized by Google

Letztere war wahrscheinlich ein Projektionsapparat, ein sogenanntes „Sonnenmikroskop".

Im Jahre 1779 erhielt die physikalische Sammlung einen größeren Zuwachs, indem die Apparate des verstorbenen Professors Adelbulner (1702—1779) von den Kuratoren um 200 fl. angekauft wurden[1]). Dies waren: 1. Ein Gregorysches Teleskop mit Helioskop für Sonnenfleckenbeobachtungen und einem Messingstativ[2]). 2. Ein von J. Cuff[3]) in London verfertigtes Sonnenmikroskop, dazu ein Kästchen mit 6 Linsen von verschiedener Brennweite, ein unter 45° geneigter Hohlspiegel zur

jektionslinse entwirft davon auf einen weißen Schirm ein für viele Zuschauer sichtbares, helles, großes Bild. Ein solches Mikroskop mit einem Spiegel, der vom Innern des Gemaches aus verschieden geneigt und der Sonne nachgedreht werden konnte, befindet sich im Germ. Museum (W. I. 553).

[1]) Siehe Kaufprotokoll v. 18. Aug. 1779, Akt (noch nicht katalogisiert) auf dem Syndikat zu Erlangen.

[2]) James Gregory (1638—1675) schlug die Konstruktion eines Spiegelteleskopes vor (1661), die jedoch nicht von ihm selbst sondern von Hooke (1635—1722) 1674 ausgeführt wurde. Das oben im Text erwähnte Teleskop wird an einer anderen Stelle ein Newtonsches genannt. Newton (1642—1726) verfertigte 1668 ein ähnliches Spiegelteleskop. Siehe Poggendorff, Gesch. d. Phys., S. 570 f. Helioskop wurde jede Art von Vorrichtungen genannt, mit denen man die Sonne beobachtete, z. B. ein Fernrohr mit gefärbten Gläsern. Vermutlich ist unter obigem Helioskop der von Eimmart aus Nürnberg konstruierte Apparat verstanden: Nämlich eine an einem Stativ befestigte, kleine Camera obscura aus Pappe oder Blech, in welche eine oder mehrere Linsen eingefügt wurden. Von rückwärts konnte das auf einem Schirm aufgefangene Sonnenbild beobachtet oder nachgezeichnet werden. Siehe Astronom. Handwörterbuch v. J. Leonh. Rost, Nürnberg 1718, S. 359. Siehe auch Poggendorff, Gesch. d. Phys., S. 200 u. 319.

[3]) J. Cuff (gegen Anfang u. Mitte d. 18. Jahrh.) ist wahrscheinlich der von Gerland-Traumüller S. 329) erwähnte Mechaniker.

Digitized by Google

Beleuchtung der zu untersuchenden Objekte, ferner ein Etuis mit Gläschen, auf welche zu Beobachtungszwecken verschiedene Präparate geleimt waren, und schließlich eine dazugehörige Zange[1]). 3. Ein Sonnenmikroskop aus Papier und Holz. 4. Hohlspiegel, konische und zylindrische Spiegel mit dazugehörigen Kupferstichen[2]). 5. Eine Laterna magica nebst bemalten Gläsern. 6. Eine Camera obscura. 7. Eine Luftpumpe mit Messingzylinder, Rezipienten und anderem Zubehör. 8. Eine Windbüchse[3]). 9. Mehrere zu hydrostatischen Versuchen nötige Apparate aus Blech, verschiedene Röhren und Gefäße. 10. Ein Heronsbrunnen.

---

[1]) (Vgl. S. 51,3). Das Kästchen (W. I. 218) befindet sich im Germanischen Museum. In der Schublade desselben ist: Ein Etuis mit länglichen, durchbrochenen Beinstückchen, in welche die die aufgeleimten Präparate tragenden Gläschen eingelassen sind; ferner ein Verzeichnis dieser Präparate, schließlich 6 kleine Trichter aus Horn, in deren enge Öffnung Linsen bis zu 2 mm Durchmesser eingesetzt werden konnten. Auf der Deckfläche des Kästchens ist ein beweglicher Hohlspiegel angebracht und daneben ein senkrechtes ca. 15 cm langes Eisenstäbchen mit Schräubchen. An letzterem wurden offenbar die Präparate sowie die Horntrichter als Lupen befestigt. Jedenfalls war diese Mikroskopvorrichtung auf dem Kästchen schon 1779 defekt, da sie im Kaufprotokoll nicht erwähnt wird.

[2]) Wahrscheinlich verzerrte Figuren, wie sie schon Heron kannte, die in den betreffenden Spiegeln normal erschienen.

[3]) Die Windbüchse, bei der die treibende Kraft die Expansion komprimierter Luft ist, soll von Ktesibius (um 150 v. Chr.) erfunden worden sein. Vgl. Poggendorff, Gesch. d. Phys., S. 15 u. 16. Nach Erfindung der Luftpumpe wurden Windbüchsen gebaut, bei denen sich das Geschoß in einem verschlossenen, evakuierten Rohr befand und alsdann durch die hineingelassene äussere Luft hinausgetrieben wurde. Von dieser Art ist wahrscheinlich die oben genannte Windbüchse gewesen. Siehe Gerland-Traumüller, S. 205 f. und Poggendorff, Gesch. d. Phys., S. 326 u. 480.

Digitized by Google

11. Ein Pyrometer[1]). 12. Natürliche und künstliche Magnete. 13. Modelle für die Mechanik: Räderwerke, Mühle, Zugbrücke und hängende Brücke, eine Maschine zum Einrammen dsr Pfähle (Hoyer). 14. Modelle von Gebäuden und Festungen[2]). 15. Astronomische Instrumente: Astrolabium, Quadranten[3]) und Globen. 16. Geräte zum Feldmessen und einfache geodätische Instrumente. 17. Stereometrische Körper aus Blech und Holz.

Sämtliche physikalische Apparate, ebenso das Planetarium wurden später in der neuen geräumigen Sternwarte aufgestellt.

Im Laufe der Zeit scheinen noch mehrere Apparate hinzugekommen zu sein Im Katalog des Germanischen Museums sind nachbenannte Stücke als früheres Besitztum der Universität Altdorf gekennzeichnet[4]):

---

[1]) Ein Apparat, mit dem P. v. Musschenbrock (1692—1761) hohe Temperaturen messen zu können glaubte (1725), der jedoch als Thermometer ungeeignet war und später zur Bestimmung der Ausdehnungskoeffizienten von Metallstäben Verwendung fand. Siehe Gerland-Traumüller, S. 314 f.

[2]) In dem mathematischen Auditorium zu Altdorf befand sich ein großes Modell der Festung Philippsburg, nach Murr (S. 656) ein Geschenk Adelbulners, und andere kleinere Festungsmodelle. (Siehe Will, Gesch. d. Univ., S. 184.) Vermutlich sind letztere die oben erwähnten, angekauften Modelle.

[3]) Der Quadrant ist ein Viertelkreis und diente zum Winkelmessen. Zu diesem Zweck war ein um den Mittelpunkt des Quadranten bewegliches, mit Visiervorrichtung versehenes Lineal angebracht, welches auf einen bestimmten Punkt (Stern) gerichtet wurde. Meistens wurden damit Winkel in horizontalen und vertikalen Ebenen gemessen; man unterschied deshalb Horizontal- und Vertikalquadranten. Vgl. S. 56,2.

[4]) Diese Mitteilung verdanke ich Herrn Dr. Stengel, Sekretär am Germanischen Museum.

Digitized by Google

Das Modell eines zusammengesetzten Hebels (W. I. 215). Zwei verschiedene Modelle einer schiefen Ebene mit Holzzylinder als Last, die an einem über eine Rolle laufenden Schnürchen befestigt sind (W. I. 216 u. 219). Eine Art Zentrifugalmaschine mit einer die verschiedenen Spektralfarben tragenden Scheibe, die in Rotation versetzt weiß erscheint (W. I. 217). Ein Kegel aus grünem Glas in Holzfassung (W. I. 972). Ein Konvexspiegel (W. I. 969). Ein Quecksilberbarometer mit Skala, 87 cm langer Glasröhre und Holznäpfchen von J. B. Bauer*) in Nürnberg aus dem 16. Jahrhundert stammend (W. I. 213). Ein Brunnen aus Messing oben mit einer Glaskugel als Behälter, unten mit verdecktem Auffangbassin. Durch Umstürzen des Apparates fließt das Wasser von dem Auffangbassin wieder in die geleerte Glaskugel (W. I. 214). Ein ca. 70 cm langes Diopterlineal wahrscheinlich als „Hauptregel“ (vgl. S. 94 ff.) für einen Meßtisch bestimmt (W. I. 251). Ein „ganzes Scheibeninstrument“, d. h. ein ganzer Teilkreis, von ca. 45 cm Durchmesser mit zwei um 90° entfernten festen und einem beweglichen Diopter von Franciscus Fiebig*) aus der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts (W. I. 250). Ein „halbes Scheibeninstrument“, ein Halbkreis von ca. 35 cm Durchmesser mit einem festen und einem drehbaren Diopter von J. G. Ebersberger (vgl. S. 58,2) aus Nürnberg von 1729 (W. I. 252). Die drei letztgenannten geodätischen Instrumente sind aus Messing und mit Kompaß versehen; die Visiereinrichtung des Diopters besteht aus einem dünnen Draht am einen Ende des Lineals und engem Spalt am andern Ende.

*) Über diese Männer habe ich keine weiteren Angaben gefunden.

Digitized by Google

Von der Sternwarte soll im Folgenden etwas ausführlicher gehandelt werden, da sie für ihre Zeit sehr gut ausgerüstet war und da nur wenige deutsche Hochschulen ein derartiges Institut besaßen.

Im Jahre 1657 wurde auf Ansuchen des Professors Treu ein Turm der nördlichen Stadtmauer zu Altdorf als Observatorium eingerichtet, indem derselbe mit Fenstern und einem drehbaren Dach versehen wurde[1]). Die Beobachtungsmittel waren ziemlich gering, aber nach Wills Urteil für damals vortrefflich. Sie bestanden in einem Azimutalkreis von fast 3 m Durchmesser, in dessen Mitte an einer vertikalen, drehbaren Säule ein Vertikalquadrant von ca. 1 m Radius angebracht war; außerdem in einem Sextanten von gleichem Radius[2]). Nach dem Tode Treus stifteten die Kuratoren ein ca. 2,5 m langes Keplersches Fernrohr[3]). Der Treuturm — so nannte man diese Sternwarte — hatte jedoch keine besonders günstige Lage und bot nicht genügend Raum.

[1]) Vgl. H. Müller, Programma, De speculis uranicis, 1713, S. 266 f. und Oratio, De duplici praxeos phys. et math. scopo, 1721, S. 286 f. beigebunden dem Collegium experimentale v. H. Müller, Norimb., 1721.

[2]) Der Sextant ist ein Sechstelkreis und gleicht an Gestalt und Verwendung dem Quadranten. Vgl. S. 54,a.

Der Azimutalkreis mit dem Vertikalquadranten ist (vgl. Murr, S. 593) in Treu's Directorium mathematicum (Astronomie, S. 51 f. u. tab. II, Fig. V) abgebildet. Die ebendort befindliche Figur VII stellt einen Tychonischen Sextanten dar, der an einer senkrechten, anscheinend drehbaren Säule befestigt ist und in einer vertikalen Ebene bewegt werden kann. Dieser Sextant ist vermutlich der oben erwähnte. Als ein weiteres Beobachtungsinstrument nennt Treu (ibid. S. 52 u. Fig. VI) den „tubus opticus", sagt jedoch nicht, ob derselbe Eigentum der Sternwarte war oder ihm selbst gehörte.

[3]) J. Ch. Sturm, Collegium experimentale, Norimb. 1676, S. 151 f.

Digitized by Google

Er wurde baufällig und schließlich, in den Jahren 1703 und 1704, machte man auf oberherrlichem Befehl eine Wachstube daraus, da wegen des besonders in diesen Jahren in Bayern sich abspielenden spanischen Erbfolgekrieges Einfälle aus der Nachbarschaft zu befürchten waren[1]).

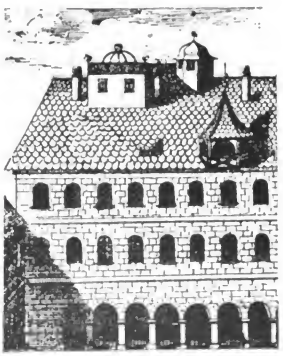

Fig. 5. Nach Baier, Beschr. der Univ. Altdorf (1714).

Im Jahre 1711 wurde unter Professor Heinrich Müller auf dem Kollegiengebäude eine neue größere Sternwarte gebaut[2]) (vgl. Fig. 5). Sie bestand aus dem frei aus dem Dache herausragenden „Observationszimmer", das oben eine umgitterte Plattform trug; letztere war von dem seitlich angebauten, sechseckigen „Observationstürmchen" erreichbar. Die Sternwarte war sehr geräumig, nahm eine Grundfläche von etwa 30 qm ein und bot nach allen Seiten freien Ausblick. Der früher auf dem Treuturm befindliche Azimutalkreis

[1]) Univ.-Rechnung von 1712 (Kreisarchiv Nürnberg).

[2]) Will, Gesch. d. Univ., S. 198f.

Digitized by Google

mit Vertikalquadrant wurde auf der Plattform aufgestellt. Die vertikale, über 2 m hohe, drehbare Säule wird, wie die Figur zeigt, von vier eisernen Bogen gehalten; oben trägt sie eine Armillarsphäre von ca. 1 m Durchmesser. Letztere für die Polhöhe von Altdorf eingestellt, diente wahrscheinlich auch zu Winkelmessungen, namentlich der Deklinationen und Rektaszensionen. Zu dem alten Fernrohr wurde 1713 ein weiteres angeschafft[1]). Die Gläser, ein Okular und ein Objektiv wurden aus Danzig bestellt und kosteten mit den Transportauslagen 25 fl. Ferner wurden hierfür 2 Rohre hergestellt, das eine ca. 4 m, das andere ca. 10 m lang; ob dieselben ineinander steckten, oder ob in jedes Rohr getrennt die Linsen eingesetzt werden konnten, darüber habe ich keine Mitteilung gefunden.

Im Observationszimmer befand sich ein von dem Nürnberger J. G. Ebersberger[2]) 1739 verfertigter Sonnenquadrant[3]) aus Messing von ca. 0,8 m Radius,

---

[1]) Univ.-Rechnung v. 1713 (Kreisarchiv Nürnberg).

[2]) Murr berichtet (S. 594), Ebersperger, Kupferstecher und Teilhaber der berühmten Homannischen Landkartenofficin, habe 1751 einen astronomischen, durch Transversallinien geteilten Messingquadranten, der auf einem schwarz gebeizten Gestell befestigt war, für die Altdorfer Sternwarte mit Hilfe des Zirkelschmiedes Leitner hergestellt. Wahrscheinlich ist dieser Quadrant einer der oben (von Will) genannten und Ebersperger ist identisch mit J. G. Ebersberger.

[3]) Der Sonnenquadrant (Quadrantaluhr, horodicticus quadrans) ist ein Quadrant, mit dem man die Sonnenhöhe und daraus die dazugehörige wahre Sonnenzeit mißt. Auf der Fläche des Quadranten sind zu diesem Zweck für eine bestimmte geogr. Breite für jede Jahreszeit getrennt die Tageszeiten graphisch dargestellt, welche den jeweiligen Sonnenhöhen entsprechen. Siehe N. Bion Math. Werckschul, S. 353.

Digitized by Google

an welchem mittels eines Nonius die Minuten abgelesen werden konnten; desgleichen ein von demselben Mechaniker hergestellter Azimutalquadrant von ca. 0,6 m Radius, an dessen Alhidade sich ein ca. 0,5 m langes, mit Okularmikrometer versehenes Spiegelteleskop anbringen ließ. Das Observationstürmchen diente ebenfalls zu Beobachtungen und war als Camera obscura eingerichtet [1]). Hier hing eine von dem Nürnberger Zach. Landeck [2]) konstruierte Gewichtsuhr mit einem über 0,90 m langem Pendel (wahrscheinlich einem Sekundenpendel) Diese Uhr zeigte Minuten und Sekunden, mußte alle Monate einmal aufgezogen werden und war 1715 um 60 fl. angekauft worden. Später wurde auf der Sternwarte von J. T. Mayer, Professor der Math. und Phys. von 1780 bis 1786, ein ca. 2,5 m hoher Gnomon [3]) aufgestellt, der die Mittagszeit auf eine halbe Sekunde genau angab. Sein Nachfolger, Professor Späth (vgl. S. 37), lieferte ferner ein 3 m langes astronomisches Fernrohr. Ob sich die von Will ausgesprochene Hoffnung erfüllt hat und die physikalisch-astronomische

---

[1]) Diese Camera obscura ist wohl gemeint, wenn es in der Universitätsrechnung (Kreisarchiv Nürnberg) von 1715 heißt: Hat der Notarius auf des H. Mathematici Begehren 24 Kreuzer für eine Vorrichtung an einer Camera obscura ausgelegt. Siehe Nachtrag.

[2]) Zach. Landeck wird von Doppelmayr (S. 142) als ein „geschickter Mechaniker“ erwähnt; er lebte am Anfang des 18. Jahrhunderts.

[3]) Der Gnomon, bereits um 1100 v. Chr. den Chinesen bekannt ist eine vertikale Säule, aus deren Schattenlänge die Sonnenhöhe, die Mittagslinie und Mittagszeit bestimmt wird. Am oberen Ende ist meistens ein kleines Loch angebracht. Dadurch wird ein kleines Lichtfleckchen auf dem horizontalen Boden erzeugt, welches genau beobachtet werden kann. Siehe H. Löschner, Über Sonnenuhren S. 15 f.

Digitized by Google

Sammlung noch weiter vergrößert worden ist, das läßt sich jetzt nicht mehr feststellen, da die Universitätsrechnungen keine Angaben hierüber enthalten und die meisten Instrumente geschenkt wurden[1]). Nach den Akten von 1812[2]) wurden alle diese Apparate, ohne ein Protokoll oder Verzeichnis hierüber aufzunehmen, nach Nürnberg für eine neue Schule (Realinstitut)[3]) abgeholt und mögen wohl späterhin teilweise zugrunde gegangen sein. Trotz mannigfacher Umfragen konnte ich nichts über ihr weiteres Schicksal erfahren. Im Germanischen

[1]) S. Günther schreibt (Allg. deutsche Biogr. [1885], Bd. 22, S. 885 und Mitteil. d. Ver. f. Gesch. d. Stadt Nürnberg, H. 3, S. 9), die Altdorfer Sternwarte sei auch mit einem Blitzableiter ausgerüstet gewesen. Ich habe hiefür keinen Beleg gefunden. Nur Will spricht an einer Stelle (Gesch. d. Univ. Altdorf [1795 u. 1801], S. 203) von „Wetterableitern". Es heißt dort: „Ein einzigesmal ist das vortreffliche Kollegiengebäude in Gefahr gewesen zu verunglücken, da nemlich im J. 1719 am Michaelistage ein schrecklicher Blitz mit einem ungeheueren einzigen Donnerschlag verbunden gleich unter dem Observatorium auf dem Dache eingeschlagen hat. Jedoch das Unglück wurde abgewendet und wir hoffen von der göttlichen Güte und der, wegen der vielen Bibliotheken nötigen Fürsorge mit dem (sic!) schon im Werke gewesenen Wetterableitern, auch für die Zukunft von weitere Gefahr verschont zu werden". Die letzten etwas unklaren Worte berechtigen höchstens zu dem Schlusse, daß zur Zeit der Abfassung von Wills Universitätsgeschichte, um 1795, das Kollegienhaus mit Blitzableitern versehen war.

[2]) Protokoll über die Revision der sämtl. Universitäts-Attribute v. 9. u. 10. Jan. 1812 (Akten auf dem Syndikat zu Erlangen).

[3]) Das 1809 gegründete Realinstitut wurde 1816 aufgelöst und in eine höhere Bürgerschule umgewandelt, welche 1833 als Kreis-Landwirtschaftliche- und Gewerbe-Schule in das Augustinerkloster verlegt wurde. Schon im folgenden Jahre ging letztere in die städtische Handelsgewerbeschule auf und führt seit 1851 den Namen städtische Handelsschule. Vgl. J. B. Priem, Gesch. d. Stadt Nürnberg 1875, S. 372ff.

Digitized by Google

Museum zu Nürnberg sind zwar noch verschiedene Instrumente, wie Fernrohre, Quadranten etc., zu sehen, die mit den ehemals in Altdorf vorhandenen einige Ähnlichkeit besitzen. Allein, da die Museumskataloge über deren Herkunft keinen Aufschluß geben, so ließen sich höchstens Vermutungen aussprechen, aber keine Beweise erbringen.

Hier möge noch die an dem Turm des Kollegien-, jetzigen Seminargebäudes zu Altdorf befindliche Zeig- und Schlaguhr[1]) kurz erwähnt werden, deren Werk künstliche Figuren und eine Mondkugel in Bewegung setzt. Sie stammt aus dem Jahr 1583, der Verfertiger ist jedoch nicht bekannt. Die daran angebrachten Buchstaben J. H. mögen vielleicht seinen Namen andeuten, allein ich habe keinen Nürnberger Künstler gefunden, dessen Namen mit diesen Buchstaben beginnt[2]).

Die Uhr ist jetzt noch im Gange, die Sternwarte hingegen wurde mit der Universität aufgehoben und später abgebrochen.

---

[1]) Schlaguhren auf Türmen waren im 16. Jahrh. keine Seltenheit mehr. Die älteste Schlaguhr bekam Mailand 1336. Sehr frühzeitig wurden an den Räderuhren bewegliche Figuren angebracht; auch astronomische Erscheinungen wurden von dem Werke angezeigt. Zwischen 1356 u. 1361 entstand das Wahrzeichen Nürnbergs, die Uhr mit dem „Männleinlaufen“ an der jetzigen Liebfrauenkirche. Vgl. Bassermann-Jordan, Die Geschichte d. Räderuhr, Frankfurt a. M., 1905, S. 18.

[2]) Siehe Will, Gesch. d. Univ. Altdorf, S. 203.

Digitized by Google

Lebenslauf.

Verfasser vorstehender Abhandlung, Georg Friedrich Klee, bayerischer Staatsangehörigkeit, evangelisch-lutherischer Konfession, wurde geboren zu Aue, Bez. Amt Hilpoltstein, am 11. Februar 1882 als Sohn des dortigen Lehrers Wilhelm Klee und seiner Ehefrau Margareta, geb. Lohmann. Er besuchte die Volksschule zu Aue, wurde nach zweijährigem Privatunterricht 1893 in das humanistische Gymnasium zu Erlangen aufgenommen, wo er 1900 absolvierte. Im gleichen Jahre trat er als Einj.-Freiw. beim 19. Inf.-Regt. ein und ließ sich als stud. math. et phys. an der Universität Erlangen immatrikulieren. 1902 begab er sich für 2 Semester nach München und bestand daselbst im Herbst 1903 den I. Abschnitt der Prüfung für das Unterricht in der Mathematik und Physik. Nachdem er in 2 weiteren Jahren seine Studien in Erlangen vollendet hatte, bestand er 1905 den II. Abschnitt der Lehramtsprüfung. Während seiner Universitätszeit hörte er in Erlangen die Herren Fischer, Gordan, Lenk, Nöther, Pechuel-Loesche, Römer, G. C. Schmidt (jetzt in Münster), Wehnelt (jetzt in Berlin), Wiedemann, Wiegand (jetzt in Greifswald); in München die Herren Bauer, Doehlemann, v. Heigel.

Im Dezember 1905 wurde er dem pädagogisch-didaktischen Seminar des Realgymnasiums München zugeteilt. Seit 1906 widmete er sich unter Anleitung von Herrn Professor Dr. E. Wiedemann dem Studium der Geschichte der Physik mit dem Ergebnis der vorliegenden Arbeit.

Digitized by Google